

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Справочник



Екатеринбург
РГППУ
2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

Справочник

Составители:

Л. И. Анисимова, А. С. Кривоногова

Научный редактор – доктор технических наук, профессор Б. Н. Гузанов

© ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», 2018

ISBN 978-5-8050-0657-0

Екатеринбург
РГППУ
2018

УДК 006
ББК У291
М 54

Составители: Л. И. Анисимова (введ., гл. 1, 2), А. С. Кривоногова (гл. 2, 3, приложение)

М 54 **Метрологические** характеристики средств измерений и технического контроля геометрических величин [Электронный ресурс]: справочник / сост. Л. И. Анисимова, А. С. Кривоногова; под науч. ред. Б. Н. Гузанова. 2-е изд., доп. и испр. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018. 258 с. Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/> 978-5-8050-0657-0.pdf.

ISBN 978-5-8050-0657-0

Содержит обновленный перечень основных средств измерений и контроля, наиболее широко применяемых при проверке качества машиностроительной продукции, а также их технические и метрологические характеристики, необходимые для оптимизации выбора измерительных приборов при проектировании технологических процессов и операций технического контроля.

Предназначен для студентов организаций высшего и среднего профессионального образования, обучающихся по специальности 050501.65 Профессиональное обучение (по отраслям), а также для преподавателей, аспирантов, работников служб технического контроля и технологов.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. О. С. Лехов (ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»); д-р техн. наук, проф. В. В. Каржавин (ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»)

Системные требования: Windows XP/2003; программа для чтения pdf-файлов Adobe Acrobat Reader

Справочное издание

Редактор О. Е. Мелкозерова; компьютерная верстка Н. А. Ушениной

Утверждено постановлением редакционно-издательского совета университета

Подписано к использованию 28.08.18. Текстовое (символьное) издание (4,26 Мб).

Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета.
Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.

© ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2010
© Анисимова Л. И., Кривоногова А. С., 2010
© ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2018

Оглавление

Введение	5
Принятые сокращения	6
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ	7
1.1. Основные термины и определения	7
1.2. Классификация технологических процессов, операций и переходов технического контроля	9
1.3. Классификация видов технического контроля	10
1.4. Классификация средств контроля	14
Глава 2. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕ- НИЯ И КОНТРОЛЯ	19
2.1. Средства измерения размеров валов и отверстий	19
2.1.1. Штангенприборы	19
2.1.2. Микрометрические приборы	21
2.1.3. Рычажно-зубчатые головки и индикаторы	23
2.1.4. Индикаторные толщиномеры, стенкоммеры, глубиномеры и ну- тромеры	26
2.1.5. Скобы и микрометры с отсчетным устройством	29
2.1.6. Пружинные измерительные головки	31
2.1.7. Оптиметры	33
2.1.8. Оптические длиномеры	34
2.1.9. Измерительные машины	35
2.1.10. Измерительные микроскопы	36
2.1.11. Измерительные проекторы	37
2.1.12. Пневматические длиномеры	38
2.1.13. Электронные показывающие приборы	39
2.2. Калибры для контроля гладких валов и отверстий	40
2.2.1. Виды калибров-скоб для контроля валов	45
2.2.2. Виды калибров-пробок для контроля отверстий	66
2.3. Средства контроля резьбовых соединений	108
2.3.1. Измерение отдельных элементов резьбы (дифференцирован- ное измерение)	109
2.3.2. Калибры для контроля резьбовых соединений	111
2.4. Средства контроля углов и конусов	139
2.5. Средства контроля шпоночных соединений	145
2.6. Средства контроля шлицевых соединений	171
2.6.1. Средства контроля шлицевых прямобочных соединений	171
2.6.2. Средства контроля шлицевых эвольвентных соединений	192
2.7. Средства контроля параметров цилиндрических зубчатых колес	198
2.8. Средства контроля параметров шероховатости поверхности	203

2.9. Средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей	205
2.9.1. Измерение отклонений формы поверхностей	206
2.9.2. Измерение отклонений расположения поверхностей	212
Глава 3. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	214
3.1. Определение разряда работ исполнителей контроля.....	214
3.2. Нормирование операций контроля	218
3.3. Стоимость универсальных и специальных средств контроля	234
3.4. Затраты на амортизацию, ремонт и поверку средств контроля.....	240
3.5. Формы документов контроля	242
Список литературы.....	252
Приложение	254

Введение

Современное машиностроительное производство характеризуется высокой производительностью и точностью изготовления деталей и сборки механизмов и машин. Важную роль во всем цикле изготовления продукции играет оптимальный выбор методов и средств измерений и контроля точностных параметров изделий [1]. Именно это обеспечивает получение достоверной информации о контролируемом объекте, т. е. гарантирует качество производимых изделий [10] и позволяет оптимизировать затраты производства на контрольные операции, которые в отдельных случаях составляют 35 % и более в общей трудоемкости изготовления машиностроительной продукции.

Многообразие средств измерений и контроля вызывает необходимость их систематизации, рассмотрения наиболее характерных контрольно-измерительных приборов для определенных областей применения и их метрологических характеристик.

В особенности такие сведения необходимы студентам, обучающимся по специальности «Профессиональное обучение (машиностроение и технологическое оборудование)» специализации «Сертификация, метрология и управление качеством в машиностроении». Для формирования производственно-технологической компетенции, т. е. приобретения знаний, умений и навыков в области метрологии и технического контроля, им необходимо выполнить большой объем аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы по таким дисциплинам, как «Практикум по профессии», «Прикладная метрология», «Приборы и автоматы для контроля точности и качества в машиностроении», «Технический контроль в машиностроении».

Настоящий справочник существенно дополняет информационное обеспечение лабораторных, практических и курсовых работ по вышеперечисленным дисциплинам.

Справочник составлен на основе действующих государственных стандартов на средства контроля и измерения линейных и угловых величин в машиностроении, приведенных в приложении. Он содержит не только информацию о средствах измерения и технологического контроля, но и сведения о стоимости приборов, затратах на их амортизацию, нормах времени на контрольные операции и др. Все эти сведения необходимы для проектирования и оптимизации процессов и операций технического контроля в машиностроении.

Составители выражают глубокую признательность О. И. Булгаковой за помощь в графическом оформлении справочника.

Принятые сокращения

ВОП – ведомость операций контроля.

ЕСДП – Единая система допусков и посадок.

ЕСТД – Единая система технологической документации.

Исп. – исполнение.

КЭ – карта эскизов.

Мод. – модель.

НЕ – непроходной калибр.

Номин. – номинальный.

ОК – объект контроля.

ОК ТК – операционная карта технического контроля.

ОТК – отдел технического контроля.

ПР – проходной калибр.

Пред. откл. – предельное отклонение.

СК – средство контроля.

ТК – технический контроль.

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ

1.1. Основные термины и определения

Технический контроль – проверка соответствия объекта контроля установленным техническим требованиям.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Испытание – экспериментальное определение количественных и качественных характеристик свойств продукции в процессе функционирования, при имитации условий эксплуатации или при воспроизведении определенных воздействий на продукцию по заданной программе.

Объект технического контроля – подвергаемая контролю продукция, процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация.

В механообрабатывающем производстве объектами контроля являются:

- материалы, полуфабрикаты, заготовки (марки материалов, геометрические размеры, качество поверхности);
- внешний вид, геометрические размеры, шероховатость поверхности готовых деталей;
- герметичность, магнитные и люминесцентные методы контроля для выявления трещин и других внутренних дефектов, испытания на упругость, бесшумность и т. п.;
- инструменты, оснастка и оборудование;
- технологическая дисциплина.

Контролируемый признак – характеристика ОК, подвергаемая контролю.

Контролируемый параметр – количественная характеристика ОК, подвергаемая контролю.

Контрольная точка – место расположения первичного источника информации о контролируемом параметре ОК; она может являться частью контролируемого предмета или находиться на некотором удалении от него.

Средство контроля – техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения контроля.

Контрольный образец – единица продукции или ее часть, или проба, утвержденные в установленном порядке, характеристики которых приняты за основу при изготовлении и контроле такой же продукции.

Метод контроля – правила применения определенных принципов и СК. Различают методы разрушающего и неразрушающего контроля.

Метод разрушающего контроля – метод контроля, при котором может быть нарушена пригодность ОК к применению.

Метод неразрушающего контроля – метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению.

Вид контроля – классификационная группировка контроля по определенному признаку.

Дифференцированный (поэлементный) контроль – независимая проверка каждого параметра изделия в отдельности, например, контроль значений среднего диаметра, шага и половины угла профиля резьбы метчиков.

Комплексный контроль – одновременная проверка суммарной погрешности нескольких параметров, например, контроль качества резьбы изделия проходной резьбовой пробкой.

Дифференцированный метод контроля позволяет установить причины брака изделий, а комплексный метод обеспечивает проверку годности изделий.

Система контроля – совокупность средств контроля, исполнителей и определенных объектов контроля, взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей нормативной документацией.

Технологичность конструкции при ТК – технологичность конструкции изделия, определяемая применительно к подготовке и проведению ТК.

Обеспечение технологичности конструкции при ТК – часть работ по обеспечению технологичности конструкции изделия, включающая мероприятия по совершенствованию подготовки и проведения ТК.

Контролепригодность – свойство изделия, характеризующее его приспособленность к проведению контроля заданными средствами.

Трудоемкость контроля – трудозатраты на проведение одного процесса контроля.

Стоимость контроля – стоимость проведения одного процесса контроля.

Программа контроля – документ, устанавливающий ОК, план и вид контроля, последовательность, объем, порядок, место и сроки проведения, а также порядок и ответственность за обеспечение и проведение контроля.

Технологический процесс ТК (процесс контроля) – технологический процесс, содержащий действия по определению состояния ОК.

Технологическая операция ТК – законченная часть процесса контроля, выполняемая на одном рабочем месте, характеризующаяся постоянством применяемого СК при проверке одного или нескольких контролируемых признаков у одного или нескольких определенных ОК.

Технологический переход ТК – законченная часть операции контроля, состоящая из действий человека и (или) СК по проверке одного контролируемого признака или комплексному контролю совокупности контролируемых признаков.

Более подробно и полно терминология в области технического контроля и метрологии приведена в других изданиях [13, 21].

1.2. Классификация технологических процессов, операций и переходов технического контроля

Технологические процессы ТК подразделяются на единичные, типовые и групповые [26].

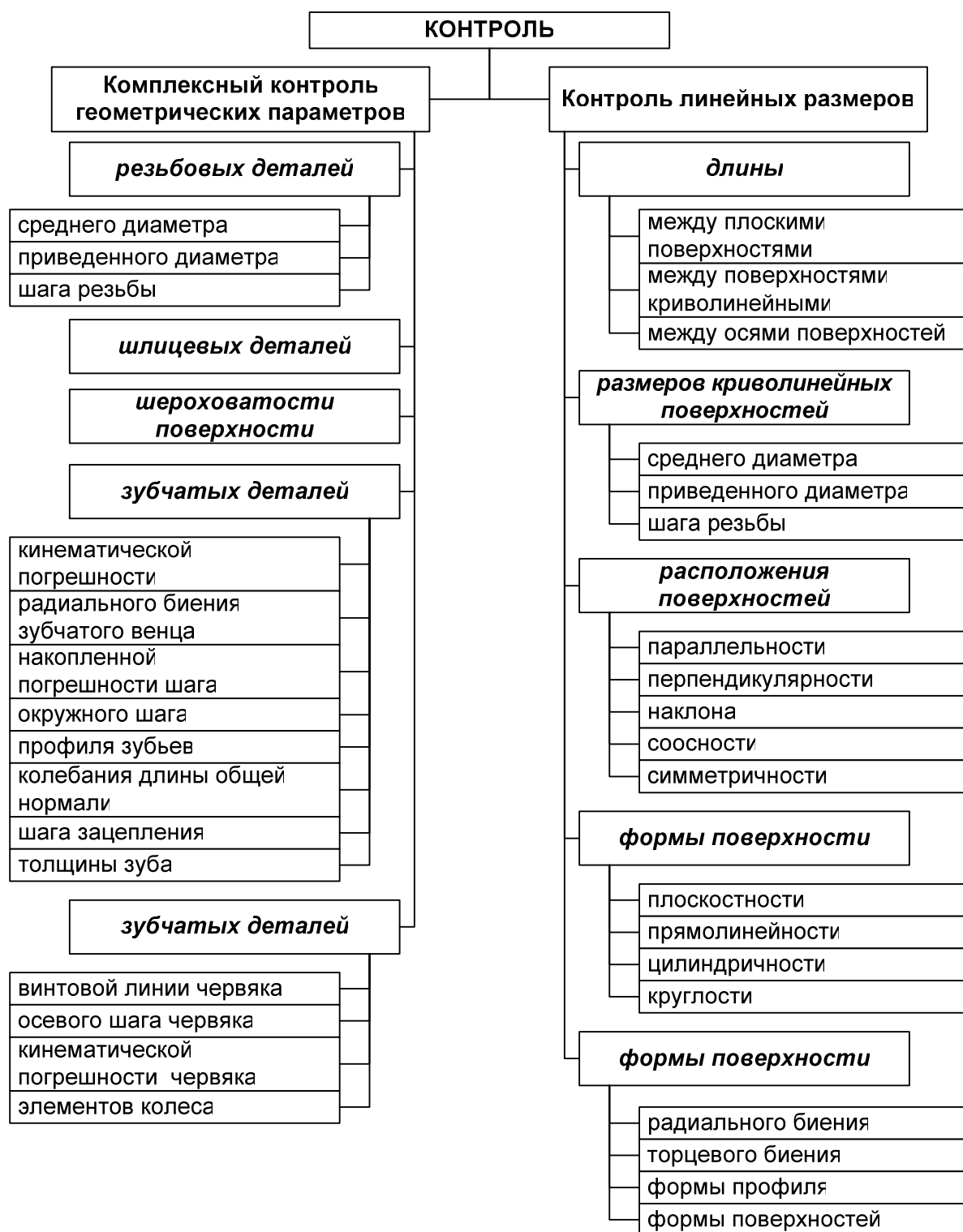


Рис. 1.1. Классификация технологических операций ТК

Технологические операции ТК классифицируются в зависимости:

- от вида технологического процесса;
- от типа или вида контролируемого параметра.

На рис. 1.1 представлена схема, разработанная на основе «Классификатора технологических операций машиностроения и приборостроения», касающаяся только контроля линейных размеров.

Классификация технологических переходов является логическим продолжением и дополнением «Классификатора технологических операций машиностроения и приборостроения» и устанавливает определенный массив типовых переходов для раскрытия содержания операций [29].

Основные контрольные переходы [28]:

- осмотреть;
- определить;
- измерить;
- выявить;
- проверить;
- сравнить;
- испытать.

1.3. Классификация видов технического контроля

Виды технического контроля классифицируют по различным признакам (ГОСТ 16504–81), основные из которых приведены в табл. 1.1 [7, 28].

Таблица 1.1

Виды технического контроля

Классификационный признак	Вид контроля	Характеристика вида контроля
1	2	3
Объект контроля	Контроль качества продукции	Заключается в контроле количественных и (или) качественных характеристик свойств продукции
	Контроль технологического процесса	Заключается в контроле режимов, характеристик, параметров технологического процесса. Является частным случаем производственного контроля
Стадии создания и существования продукции	Контроль проектирования	Контроль конструкторской и технологической документации с целью определения соответствия разрабатываемой продукции техническому заданию и необходимому техническому уровню и качеству. Включает в себя проверку внедрения и соблюдения стандартов, соответствия продукции требованиям безопасности и санитарно-гигиеническим нормам, возможности сокращения номенклатуры

1	2	3
		и типоразмеров составных частей, а также унификацию и уменьшение числа применяемых марок и сортов материалов, правильность оформления конструкторской документации
	Производственный контроль	Контроль качества, осуществляемый при изготовлении продукции службой технического контроля; заключается в контроле производственного процесса и его результатов. Охватывает вспомогательные, подготовительные и технологические операции и должен быть организован так, чтобы снизить брак в производстве, уменьшив объем доработок, потерь и отходов
	Эксплуатационный контроль	Осуществляется в условиях эксплуатации после сдачи продукции потребителю. Проводится путем наблюдения и сбора информации о надежности и других свойствах продукции, позволяет определить наиболее слабые места продукции, выявить основные виды разрушений и причины их возникновения, получить фактические данные о показателях надежности, в частности ремонтпригодности
Этапы процесса контроля	Входной контроль	Заключается в контроле продукции поставщика, поступившей к потребителю и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте и эксплуатации продукции. Осуществляется при контроле материалов, полуфабрикатов комплектующих изделий, поступающих на предприятие
	Операционный контроль	Контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения определенной операции. Проводится на основе предварительно разработанной схемы с указанием технологических операций, во время или после которых следует операция технического контроля
	Приемочный контроль	Контроль готовой продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставке и использованию. Является заключительным этапом всего процесса изготовления продукции
Полнота охвата контролем	Сплошной контроль	Контроль, при котором решение о качестве продукции принимается по результатам проверки каждой единицы продукции. Такой контроль должен исключить возможность попадания к потребителю дефектной продукции. Необходим, если дальнейшее использование недоброкачественных изделий приводит к большим убыткам или авариям. Такой контроль невозможен, если в процессе проверки изделие разрушается

1	2	3
	Выборочный контроль	Контроль, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимается по результатам проверки одной или нескольких выборок из партии. Эффективный выборочный контроль можно организовать только на основании методов математической статистики
Время проведения контроля	Летучий контроль	Является разновидностью предупредительного контроля, в ходе которого контролер периодически обходит закрепленные за ним рабочие места. Проводится в случайное время. При этом осуществляется выборочный контроль качества изготовленных рабочими деталей и проверяется соблюдение техпроцессов и дисциплины
	Непрерывный контроль	Контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит непрерывно. Применяется для проверки технологических процессов и продукции, качество которых может быть обеспечено только при постоянном контроле и регулировании технологических процессов, или при эксплуатации продукции, когда контроль обусловлен требованиями безопасности
	Периодический контроль	Контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит через установленные интервалы времени. Применяется при установившемся производстве и стабильных технологических процессах
Влияние на объект контроля	Разрушающий контроль	Применяется для получения показателей качества материалов, деталей, узлов и машин в целом. Разрушающими методами контроля пользуются при определении показателей надежности изделий. После проведения разрушающего контроля изделия непригодны для дальнейшего использования по назначению
	Неразрушающий контроль	Осуществляется методами, которые не оказывают влияния на работоспособность изделия. Поэтому после проведения неразрушающего контроля изделие остается полностью пригодным к эксплуатации
Степень использования средств контроля	Измерительный контроль	Контроль, осуществляемый с применением средств измерения. Характеризуется процессами измерения параметров качества изделия на всех стадиях его жизненного цикла
	Регистрационный контроль	Контроль, осуществляемый регистрацией значений контролируемых параметров продукции или процессов. Применяется в тех случаях, когда нет необходимости в получении точных значений па-

1	2	3
		раметров качества продукции, а требуется провести ее идентификацию и количественную оценку. Используется при контроле документации в управлении производством
	Контроль по контрольному образцу	Контроль качества продукции, осуществляемый методом сравнения ее признаков с признаками контрольного образца продукции
	Органолептический контроль	Предполагает выявление и оценку свойств изделия с помощью органов чувств человека: обоняния, осязания, зрения, слуха. Решение относительно ОК принимается только по результатам чувственных восприятий
	Визуальный контроль	Разновидность органолептического контроля, осуществляемого при помощи органов зрения
	Технический осмотр	Разновидность органолептического контроля, осуществляемого при помощи органов чувств и (или) средств контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией
Исполнитель контроля	Ведомственный контроль	Контроль качества продукции, осуществляемый органами министерства или ведомства
	Государственный надзор	Контроль качества продукции, осуществляемый государственными органами
Степень механизации и автоматизации	Ручной контроль	Осуществляется без использования средств механизации и автоматизации
	Механизированный контроль	Осуществляется с использованием средств механизации
	Автоматизированный контроль	Осуществляется с частичным участием человека
	Автоматический контроль	Осуществляется без непосредственного участия человека, кроме функций включения и выключения СК

Исполнители контроля по основным объектам контроля в механообрабатывающем производстве перечислены в табл. 1.2 [28].

Таблица 1.2

Исполнители контроля в механообрабатывающем производстве

Исполнители контроля	Объекты контроля
1	2
Рабочий	Контроль первых деталей и периодическая проверка в процессе изготовления. Сплошной или операционный контроль деталей, статистическое регулирование технологических процессов

1	2
Производственный мастер	Проверка соответствия чертежу марки материала (по маркировке и накладной); контроль первых деталей и периодическая проверка в процессе изготовления; выборочный операционный контроль деталей; контроль соблюдения технологической дисциплины
Контролер цеха	Операционный и приемочный контроль внешнего вида и геометрических размеров, качества и чистоты поверхности готовых деталей; статистическое регулирование технологического процесса
Контролер ОТК	Операционный контроль деталей после ответственных операций, приемочный контроль готовых деталей, в том числе контроль внешнего вида, размеров и чистоты поверхности, специальные виды контроля, включая применение методов неразрушающего контроля для определения внутренних и внешних дефектов, герметичности, механических и химических свойств; контроль режущих инструментов
Контролеры отдела главного механика или механика цеха	Контроль станочного оборудования и другой производственной оснастки

1.4. Классификация средств контроля

В зависимости от целей СК классифицируют по различным признакам. На рис. 1.2 приведена классификация СК геометрических величин в зависимости от вида контролируемых параметров.



Рис. 1.2. Классификация средств контроля по виду контролируемых геометрических величин

Средства контроля выбирают в зависимости от многих показателей: точности измерения, достоверности, трудоемкости, стоимости, объема, периодичности контроля и др.

В зависимости от типа производства применяют: в единичном – универсальные СК, в серийном – универсальные и специальные СК, в массовом – преимущественно специальные СК. Применение специальных СК целесообразно при отсутствии стандартизованных и универсальных СК и в случаях, если использование специальных средств оправдано экономически, а также из-за преимуществ в точности, надежности и производительности [14].

Универсальными называются средства измерения, предназначенные для измерения длин и углов в определенном диапазоне размеров вне зависимости от конфигурации измеряемого объекта. Универсальные измерительные средства можно разделить на меры и измерительные приборы.

К универсальным СК относятся меры, штангенинструмент, микрометрический инструмент, рычажно-зубчатые приборы, приборы с пружинным механизмом, электрические и пневматические приборы, оптико-механические приборы [2, 14, 27]. Перечень универсальных средств контроля линейных размеров приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Универсальные средства контроля линейных размеров

Типы средств контроля	Средства контроля, относящиеся к данному типу
Меры длины: <ul style="list-style-type: none"> • штриховые • концевые плоскопараллельные 	Штриховые метры, рулетки, лимбы, масштабные линейки –
Щупы	–
Штангенприборы	Штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы
Микрометрические приборы	Микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры
Рычажно-механические и пружинные приборы	Индикаторы (рычажно-зубчатые, многооборотные, часового типа); измерительные головки: с рычажно-зубчатой передачей (микрокаторы, оптикаторы, микаторы, миникаторы), высокой точности; нутромеры; толщиномеры; глубиномеры; скобы с отсчетным устройством (рычажные, индикаторные); рычажные микрометры и скобы
Пневматические приборы	Рычажные скобы, длиномеры низкого и высокого давления
Оптико-механические приборы	Оптиметры, длиномеры оптические, измерительные машины, измерительные микроскопы, проекционные приборы, катетометры, интерференционные приборы, сферометры



Рис. 1.3. Классификация средств контроля геометрических величин

Специальными называются средства измерения, предназначенные для измерения специфичных элементов у деталей определенной геометрической формы или для измерения определенного параметра деталей вне зависимости от их геометрической формы [14].

К специальным СК деталей определенной геометрической формы относятся калибры, приборы для измерения углов, для измерения элементов резьбы, для измерения элементов зубчатых колес, средства механизации и автоматизации контроля.

К специальным средствам измерения значений специальных параметров относятся приборы для измерения шероховатости поверхности, для измерения отклонений формы и расположения поверхностей.

На рис. 1.3 приведена классификация универсальных и специальных СК.

Для выполнения операций ТК широко используют *калибры* – тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигурации установленным допускам. К калибрам относят гладкие предельные калибры (пробки и скобы), резьбовые калибры, шаблоны и др. [28].

Классификация калибров по виду контролируемых параметров приведена на рис. 1.4.

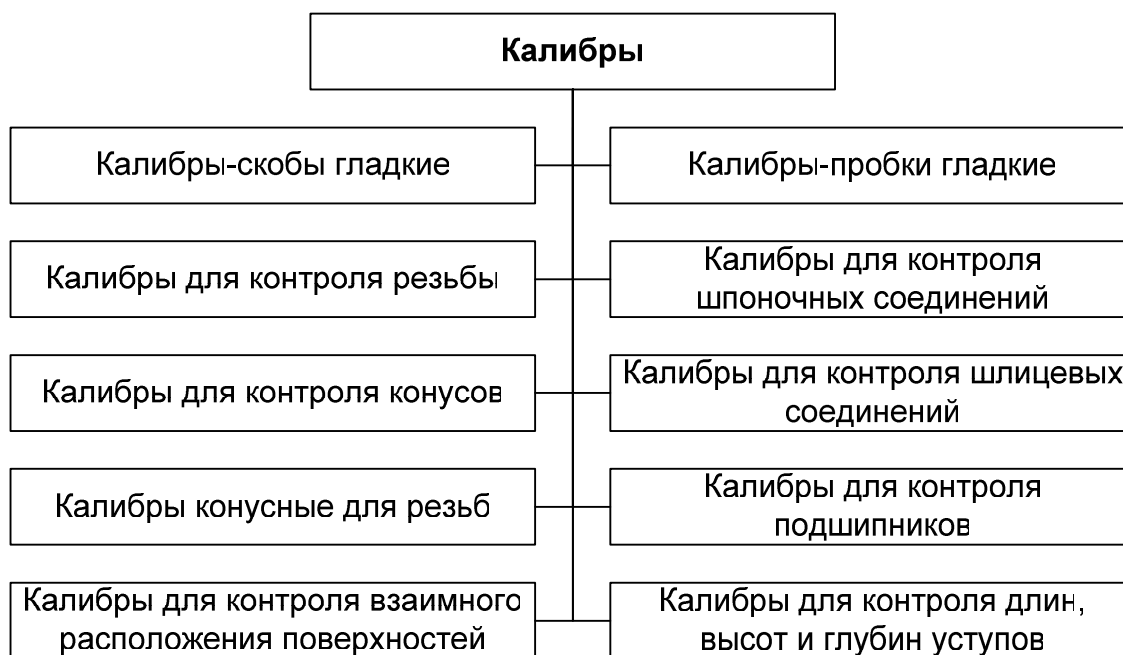


Рис. 1.4. Классификация калибров по виду контролируемых параметров

По числу одновременно контролируемых элементов калибры бывают элементные, предназначенные для контроля одного параметра, и комплексные, позволяющие контролировать несколько параметров одновременно.

По условиям оценки годности детали калибры подразделяют на нормальные и предельные. Нормальные калибры имеют размеры, соответствующие номинальным размерам контролируемых деталей. К ним относятся шаблоны, щупы и конусные калибры. Предельные калибры имеют два размера, соответствующие предельным раз-

мерам детали – наибольшему и наименьшему, один из которых называется проходным (ПР), а другой – непроходным (НЕ). Предельные калибры позволяют установить, находится ли проверяемый размер в границах допуска.

По технологическому назначению калибры бывают рабочие и контрольные.

Непосредственный контроль изделия осуществляется рабочими калибрами.

Контрольные калибры – проходной К-ПР и непроходной К-НЕ – используют для контроля рабочих калибров в процессе их изготовления. А в процессе эксплуатации для контроля степени износа рабочих калибров применяют непроходные контрольные калибры К-И.

Глава 2. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

2.1. Средства измерения размеров валов и отверстий

2.1.1. Штангенприборы

Контроль валов и отверстий осуществляется измерением диаметров, общей длины, овальности и т. д.

Наиболее распространенными измерительными инструментами для контроля линейных размеров валов являются штангенприборы [15, 22, 23, 24].

К ним относят штангенциркули (ГОСТ 166–89), штангенглубиномеры (ГОСТ 162–90) и штангенрейсмасы (ГОСТ 164–90).

Отсчетное устройство штангенприборов – штанга с нанесенной на ней шкалой с интервалом деления 1 мм и свободно перемещающаяся по штанге рамка, на скосе которой нанесена вспомогательная шкала – нониус (служит для отсчета дробных долей миллиметра).

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки. Они выпускаются нескольких типов и моделей [2]:

ШЦ-I – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и с линейкой для измерения глубин.

ШЦТ-I – с односторонним расположением губок, оснащенных твердым сплавом для измерения наружных размеров и глубин в условиях повышенного абразивного изнашивания;

ШЦ-II – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки;

ШЦ-III – с односторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров;

Мод. 124 – со стрелочным отсчетом для измерения наружных и внутренних размеров и глубин.

Штангенглубиномеры предназначены для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот выступов. На производстве чаще всего применяют штангенглубиномеры типа ШГ – с отсчетом по нониусу, ШГК – с отсчетным устройством с круговой шкалой, ШГЦ – с электронным цифровым отсчетным устройством.

Штангенрейсмасы предназначены для измерения высоты деталей и разметки размеров. Штангенрейсмасы производят с отсчетом по нониусу, с отсчетом по круговой шкале и с цифровым отсчетным устройством.

Метрологические характеристики штангенприборов приведены в табл. 2.1 [10].

Таблица 2.1

Метрологические характеристики штангенприборов, мм

Наименование прибора	Условное обозначение, тип, модель	Пределы измерения прибором	Величина отсчета по нониусу	Вылет измерительных губок (ножек), не менее – не более	Предельная погрешность показаний
Штангенциркуль (ГОСТ 166–89)	ШЦ (ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III, ШЦТ-I)	0–125	0,05; 0,1	35–42	$\pm 0,5$; $\pm 0,1$
		0–130		38–42	
		0–150		38–42	
		0–160		45–50	
		0–200		50–63	
		0–250		60–80	
		0–300		63–100	
		0–400		63–125	
		0–500		80–160	
		250–630		80–200	
		250–800		80–200	
		320–1000		80–200	
		500–1250	0,1	100–300	$\pm 0,1$ – ($\pm 0,2$)
		500–1600			
		800–2000			
Штангенциркуль со стрелочным отсчетом (ТУ 2–034–3011–84)	Мод. 124	0–250	0,1 [*]	40	$\pm 0,08$
	ШЦК-I	0–125	0,1 [*]	42	$\pm 0,08$
Штангенциркуль с цифровым отсчетом	Мод. 197 ШЦЦ-I	0–150	0,01	–	–
		0–150	0,01	42	–
Штангенциркуль универсальный цифровой	25ES	0–1000	0,01	–	$\pm 0,03$
Штангенглубиномер (ГОСТ 162–90)	ШГ	0–160	0,05	120	$\pm 0,05$
		0–200			
		0–250			
		0–315			
		0–400			
Штангенглубиномер с цифровым отсчетным устройством	Мод. 12145	0–200	0,01	–	$\pm 0,02$
Штангенглубиномер стрелочный (ТУ 2–034–620–84)	БВ-6232	0–250	0,05 [*]	75	$\pm 0,05$
Штангенрейсмас стрелочный (ТУ 2–034–616–84)	БВ-6226	0–250	0,05 [*]	50	$\pm 0,05$
Штангенрейсмас со стрелочным отсчетом	ШРК	0–1000	0,01	–	$\pm 0,07$

* Величина отсчета по шкале.

Примеры условных обозначений:

1. Штангенциркуль типа ШЦ-II с пределами измерений 0–250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм: *Штангенциркуль ШЦ-II-250–0,05 ГОСТ 166–89.*
2. Штангенциркуль типа ШЦ-III с пределами измерений 60–1600 мм и отсчетом по нониусу 0,1 мм: *Штангенциркуль ШЦ-III-1600–0,1 ГОСТ 166–89.*
3. Штангенглубиномер с пределом измерений 0–200 мм: *Штангенглубиномер ШГ-200 ГОСТ 162–90.*
4. Штангенрейсмас с пределом измерений 0–250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм: *Штангенрейсмас ШР-250–0,05 ГОСТ 164–90.*

2.1.2. Микрометрические приборы

Достаточно распространенными в цеховых условиях и более точными по сравнению со штангенприборами являются микрометрические приборы.

Микрометры предназначены для измерения линейных размеров прямым абсолютным контактным методом. Они выпускаются следующих типов [4]:

Гладкий микрометр типа МК имеет скобу, с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка, а с другой стороны скобы – микрометрическая головка, состоящая из стебля и барабана в сборе с микровинтом и механизмом трещотки. Рассматриваемые микрометры называются микрометрами общего назначения с плоскими измерительными поверхностями.

Листовой микрометр типа МЛ предназначен для измерения толщины листов и лент. Он снабжен неподвижным круглым циферблатом и указателем-стрелкой, соединенным с барабаном. На циферблате нанесено 100 делений с ценой деления 0,01 мм.

Трубный микрометр типа МТ предназначен для измерения толщины стенок труб. От гладкого микрометра он отличается сферической пяткой и формой скобы, имеющей выемку.

Микрометр типа МП служит для измерения диаметра проволоки, поэтому его скоба имеет соответствующую форму.

Настольные микрометры снабжены микрометрической головкой с ценой деления 0,01 мм, имеющей на барабане сто делений (шаг микровинта равен 1 мм). Они предназначены для измерения размеров малогабаритных деталей небольшой жесткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности. Известны следующие типы настольных микрометров: МГ – с горизонтально расположенной микрометрической головкой; МВ – с вертикальной микроголовкой; МН-1 и МН-2 – со стрелочным отсчетным устройством; мод. 19005 – с цифровым электронным отсчетом.

Микрометрический глубиномер предназначен для измерения глубины пазов, глухих отверстий и высоты уступов до 150 мм. Шаг микрометрического винта 0,5 мм.

Микрометрический нутромер типа НМ – накладной прибор с ценой деления 0,01 мм – предназначен для измерения внутренних размеров 50–6000 мм. Отечественные нутромеры с верхним пределом измерений до 2500 мм изготавливаются с микрометрической головкой, а свыше 2500 мм – с микрометрической головкой, оснащенной индикатором часового типа.

В табл. 2.2 приведены метрологические характеристики микрометрических приборов [2].

Таблица 2.2

Метрологические характеристики микрометрических приборов, мм

Наименование прибора	Условное обозначение, тип, модель	Диапазон измерения прибора (микрометрической головки)	Цена деления	Предельная погрешность	
				Класс точности	
				1	2
1	2	3	4	5	6
Микрометр гладкий (ГОСТ 6507–90)	МК	0–25	0,01	±0,0020	±0,004
		25–50; 50–75; 75–100		±0,0025	±0,004
		100–125; 125–150;		±0,003	±0,005
		150–175; 175–200		±0,003	±0,005
		200–225; 225–250;		±0,004	±0,006
		250–275; 275–300		±0,004	±0,006
		300–400; 400–500		±0,005	±0,008
		500–600		±0,006	±0,010
Микрометр настольного типа:				±0,002 мм на участке шкалы до 3 мм ±0,003 мм на участке шкалы св. 3 мм	
• горизонтальный	МГ	0–20	0,01		
• вертикальный	МВ	0–10	0,01		
Микрометр с электронным цифровым жидкокристаллическим дисплеем	Мод. 44040	0–100	0,01	±0,0025	
Микрометр настольный со стрелочным отсчетным устройством (ГОСТ 10388–81)	МН-1	0–10	0,001	±0,002	
	МН-2	0–10	0,001	±0,002	
Головка микрометрическая (ГОСТ 6507–90)	МГ	0–25	0,01	±0,0015	±0,003
	Мод. 101	0–25	0,01	±0,0015	±0,003
Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470–92)	ГМ	0–25	0,01	±0,002	±0,004
		25–50		±0,003	±0,004
		50–100		±0,003	±0,005
		100–150		±0,004	±0,006

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
Микрометрический нутромер (ГОСТ 10–88)	НМ	50–75	0,01	$\pm 0,004$	
		75–175		$\pm 0,006$	
		75–600		$\pm 0,015$	
		150–1250		$\pm 0,020$	
		800–2500		$\pm 0,040$	
	НМИ	1250–4000 2500–6000	0,01	$\pm 0,060$ $\pm 0,090$	
Микрометр настоль- ный с цифровым электронным отсче- том	НМ 2500	2000–2500	0,01	$\pm 0,090$	
	Мод. 19005	0–10	0,001*	$\pm 0,002$	

* Дискретность отсчета.

Примеры условных обозначений:

1. Гладкий микрометр с пределом измерения 25–50 мм класса точности 1: *Микрометр МК-50–1 ГОСТ 6507–90.*
2. Листовой микрометр с диапазоном измерения 0–10 мм: *Микрометр МЛ-10 ГОСТ 6507–90.*
3. Горизонтальный настольный микрометр с пределом измерения 0–20 мм: *Микрометр МГ-20.*
4. Вертикальный микрометр настольного типа с пределом измерения 0–10 мм: *Микрометр МВ-10.*
5. Микрометрический глубиномер с пределами измерения 0–150 мм: *Глубиномер ГМ-150 ГОСТ 7470–92.*
6. Микрометрический нутромер с диапазоном измерения 50–75 мм: *Нутромер НМ-75 ГОСТ 10–88.*

2.1.3. Рычажно-зубчатые головки и индикаторы

Рычажно-зубчатые головки и индикаторы закрепляют в штативах и стойках и применяют для абсолютных измерений размеров, а также отклонений формы и расположения поверхностей [5]. Характеристики стоек и штативов приведены в табл. 2.3 [12].

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм являются наиболее распространенными измерительными головками. Они предназначены для использования в цеховых условиях при выполнении операций технологических процессов изготовления, сборки и испытания изделий. Выпускаются двух исполнений: типа ИЧ –

с перемещением измерительного стержня параллельно шкале и типа ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале [15].

Таблица 2.3

Характеристики стоек и штативов для измерительных головок, мм

Прибор	Тип (модель)	Стол	Пределы измере- ния по высоте	Измерительная головка		
				Цена деления	Вылет не ме- нее	Присое- дини- тельный размер
Стойка (ГОСТ 10197–70)	С-I (07101)	Прямоуголь- ный 100×40 Квадратный ребристый 125×125	0–160	0,00005– 0,0005	75	28H8
	С-II (07201)	Квадратный ребристый 125×125	0–160	0,001– 0,005	75	28H8
	С-III	Круглый глад- кий Ø50	0–100	0,001– 0,01	55	8H8
	С-IV	Прямоуголь- ный гладкий 160×100	0–250	0,01 и более	25–160	8H8
Штатив (ГОСТ 10197–70)	Ш-I; ШМ-I	—	0–250	0,002– 0,005	200	8H8
	ШМ- IIH; Ш-IIIH		0–250	0,01	200	
	Ш-IIВ; ШМ-IIВ		0–630	0,01	500	
	Ш-III; ШМ-III		0–200	0,01 и более	160	

Рычажно-зубчатые индикаторы отличаются от индикаторов часового типа наличием измерительного рычага. Они выпускаются двух модификаций: боковые типа ИРБ со шкалой, расположенной параллельно оси измерительного рычага, и торцевого типа ИРТ со шкалой, расположенной перпендикулярно оси измерительного стержня. Эти индикаторы предназначены для измерения линейных размеров в труднодоступных местах, а также в случаях, требующих малой силы измерения.

Многооборотные индикаторы применяют для измерения размеров с использованием стоек и различных контрольно-измерительных приспособлений. Измерительный механизм индикатора состоит из двухрычажного механизма и двухступенчатой зубчатой передачи.

Рычажно-зубчатые головки предназначены для измерений линейных размеров с помощью измерительной стойки или контрольных приспособлений. Кинематическая схема головки типа ИГ содержит две неравноплечие рычажные и одну зубчатую пары.

Рычажно-зубчатые головки бокового действия по принципу работы аналогичны рычажно-зубчатым индикаторам.

В табл. 2.4 приведены метрологические характеристики рычажно-зубчатых головок и индикаторов [2, 11].

Таблица 2.4

Метрологические характеристики рычажно-зубчатых головок и индикаторов

Наименование	Условное обозначение, тип, модель	Цена деления шкалы, мм	Диапазон показаний, мм	Допускаемая погрешность на участке шкалы, мм		Измерительное усилие, Н, не более	Колебание измерительного усилия, Н, не более
				до 30 делений	более 30 делений		
1	2	3	4	5	6	7	8
Индикатор часового типа (ГОСТ 577–68)	ИЧ02	0,01	0–2	0,012		1,5	0,4
	ИТ02		0–2	0,012		1,5	0,4
	ИЧ05		0–5	0,016		1,5	0,6
	ИЧ10		0–10	0,020		1,5	0,6
	ИЧ25		0–25	0,030		3	1,8
Индикатор рычажно-зубчатый (ГОСТ 5584–75)	ИРБ ИРТ	0,01	0,08	0,005–0,010		0,4	–
Индикатор многооборотный (ГОСТ 9696–82)	1МИГ (05301)	0,001	0–1	0,0025		2,0	0,5
	1МИГП (05302)			0,0018			
	2МИГ (05201) 2МИГП (05202)	0,002	0–2	0,005 0,0035			0,7

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Головка измерительная рычажно-зубчатая (ГОСТ 18833–73)	1ИГ	0,001	0,1	$\pm 0,0004$	$\pm 0,0007$	1,5	–
	2ИГ	0,002	0,2	$\pm 0,0008$	$\pm 0,0012$	1,5	–
Головка рычажно-зубчатая бокового действия (ГОСТ 16924–71)	ГИРБ	0,002	0–0,16	Для класса точности 2		0,3–0,6	0,12–0,25
Индикатор многооборотный (ТУ 2–034–317–77)	05205	0,002	0–5	0,005		0,7	–
	05305	0,004	0–5	0,004		0,7	–

Примеры условных обозначений:

1. Стойка С-I с диаметром отверстия под измерительную головку 28 мм и размерами стола 100×40: *Стойка С-I-28–100×40 ГОСТ 10197–70.*
2. Штатив типа Ш-II с низкой колонкой и диаметром отверстия под головку 8 мм: *Штатив Ш-II Н-8 ГОСТ 10197–70.*
3. Индикатор исполнения ИЧ с диапазоном измерения 0–2 мм, обыкновенного класса точности 0: *Индикатор ИЧ 02 кл. 0 ГОСТ 577–68.*
4. Индикатор исполнения ИЧ с диапазоном измерения 0–10 мм, брызгозащищенного, класса точности 1: *Индикатор ИС 10 Б кл. 1 ГОСТ 577–68.*
5. Индикатор исполнения ИТ, пылезащищенного, класса точности 1: *Индикатор ИТП кл. 1 ГОСТ 577–68.*
6. Индикатор исполнения ИЧ с диапазоном измерения 0–10 мм, с механизмом, защищенным от удара, класса точности 1: *Индикатор ИЧ 10 Р кл. 1 ГОСТ 577–68.*
7. Индикатор рычажно-зубчатый, боковой со шкалой, перпендикулярной оси измерительного рычага в среднем положении: *Индикатор ИРБ ГОСТ 5584–75.*
8. Индикатор многооборотный типа 1МИГ с ценой деления 0,001 мм: *Индикатор 1 МИГ ГОСТ 9696–82.*
9. Измерительная рычажно-зубчатая головка бокового действия с ценой деления 0,002 мм и силой измерения 0,3 Н: *Головка ГИРБ 2–30 ГОСТ 16924–71.*

2.1.4. Индикаторные толщиномеры, стенкомеры, глубиномеры и нутромеры

В основе работы индикаторных толщиномеров, стенкомеров и глубиномеров лежит применение индикаторов часового типа. К этой же группе приборов относят нутромеры с ценой деления 0,01; 0,001 и 0,002 мм. Их метрологические характеристики приведены в табл. 2.5 [2].

Таблица 2.5

Метрологические характеристики индикаторных толщиномеров,
стенкомеров и глубиномеров

Наименование	Тип	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Наибольшая глубина измерений, мм	Вылет, мм, не менее	Измерительное усилие, Н		Предел допускаемой погрешности, мм
						не более	колебание, не более	
Стенкомеры (ГОСТ 11358–89)	С-2	0–2	0,01	25	–	1,5	–	±0,015
	С-10А	0–10	0,01	40		1,5		±0,018
	С-10Б	0–10	0,10	60		2,5		±0,10
	С-25	0–25	0,10	100		4,0		–
	С-50	25–50	0,10	160		4,0		–
Толщиномеры настольные (ГОСТ 11358–89)	ТН-10	0–10	0,01	–	60 160	1,5	0,6	±0,018
	ТН-25	0–25			160	3,0	1,8	±0,03
Толщиномеры ручные (ГОСТ 11358–89)	ТР-10	0–10	0,01	–	60	1,5	0,6	±0,018
	ТР-25	0–25	0,10		60 100 250	4,0	2,0	±0,08
					60 100	–	–	±0,08
					160	–	–	±0,15
Глубиномеры (ГОСТ 7661–67)	ГИ-100	0–100	0,01	100	–	2,0	0,8	±0,02

Индикаторные толщиномеры предназначены для измерения толщины резины, кожи, паронита, асбеста, фанеры и других подобных им материалов; они выпускаются настольными типа ТН и ручными типа ТР.

Индикаторные стенкомеры служат для измерения толщины стенок труб и других аналогичных изделий.

Индикаторные глубиномеры предназначены для измерения глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм.

Индикаторные нутромеры типа НИ и нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм предназначены для измерения внутренних размеров, например диаметров отверстий, методом сравнения с мерой.

Существует несколько типов и модификаций индикаторного нутромера: нутромеры НИ-10, НИ-18, НИ-50, НИ-700, НИ-1000, нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм, мод. 103, 104. Их метрологические характеристики приведены в табл. 2.6 [2].

Таблица 2.6

Метрологические характеристики индикаторных нутромеров, мм

Нутромер	Тип, модель	Диапазон измерения	Цена деления	Допускаемая погрешность	Наибольшая глубина измерения	Измерительное усилие, Н
С измерительной головкой (ГОСТ 9244–75)	116	2–3	0,001	$\pm 0,0018$	12	3,0
	103	3–6			20	3,0
	104	6–10			50	3,5
	106	10–18	0,002	$\pm 0,0035$	100	4,0
	109	18–50		$\pm 0,0035$	150	4,5
	154	50–100		$\pm 0,004$	200	7,0
	155	100–160		$\pm 0,004$	300	9,0
	156	160–260		$\pm 0,004$	300	9,0
Индикаторный (ГОСТ 868–82)	НИ-10	6–10	0,01	$\pm 0,008$ (1-й кл.);	100	2,5–4,0
	НИ-18	10–18		$\pm 0,012$ (2-й кл.)	130	
	НИ-50М	18–50		$\pm 0,012$ (1-й кл.); $\pm 0,015$ (2-й кл.)	150	
	НИ-100М	5–100		$\pm 0,015$ (1-й кл.); $\pm 0,018$ (2-й кл.)	200	4,7
	НИ-160М	100–160			300	5,0–9,0
	НИ-250М	160–250			400	
	НИ-450	250–450		$\pm 0,022$ (2-й кл.)	500	
	НИ-700	450–700			Не ограничивается	
	НИ-1000	700–1000				
Индикаторный	526	3,7–7,3	0,001	$\pm 0,0018$	20	3,0
Индикаторный	44101	5–30	0,01	$\pm 0,0025$	150	7,0–8,0

Примеры условных обозначений:

1. Ручной толщиномер с пределами измерения 0–25 мм, вылетом $a = 60$ мм с нормированной силой измерения: *Толщиномер ТР 25–60 ГОСТ 11358–89.*
2. Стенкомер типа С-2 с диапазоном измерения 0–2 мм: *Стенкомер С-2 ГОСТ 11951–89.*
3. Индикаторный глубиномер: *Глубиномер ГИ ГОСТ 7661–67.*
4. Нутромер с измерительной головкой с ценой деления 0,001 мм, с диапазоном измерения 6–10 мм: *Нутромер 6–10 ГОСТ 9244–75.*
5. Нутромер с ценой деления 0,01 мм класса точности 1: *Нутромер НИ 6–10–1 ГОСТ 868–82.*

2.1.5. Скобы и микрометры с отсчетным устройством

Скобы с отсчетным устройством производят двух типов: *рычажные скобы* для измерений наружных размеров до 150 мм со встроенным в корпус отсчетным устройством (тип СР) и *индикаторные* для измерения размеров свыше 150 мм, оснащенные измерительными головками (тип СИ).

Рычажная скоба – измерительный прибор – скоба, имеющая с одной стороны отсчетное устройство, а с другой – неподвижную переставную пятку. Измерение с помощью рычажных скоб проводят методом сравнения с мерой.

Индикаторная скоба отличается от рычажной тем, что в ее корпусе установлен индикатор часового типа с арретиром.

Рычажный микрометр – измерительный прибор – скоба, с одной стороны которой установлена микрометрическая головка без механизма трещотки, а с другой стороны – стрелочное отсчетное устройство, которое может быть встроенным или съемным. Измерения рычажным микрометром осуществляются абсолютным методом и методом сравнения с мерой.

Рычажные скобы и микрометры применяют для измерения наружных размеров деталей 6-го и 9-го квалитетов точности.

Метрологические характеристики скоб с отсчетным устройством приведены в табл. 2.7.

Метрологические характеристики рычажных микрометров даны в табл. 2.8 [2].

Таблица 2.7

Метрологические характеристики скоб с отсчетным устройством, мм

Наименование	Условное обозначение, тип, модель	Диапазон измерений	Диапазон показаний	Цена деления шкалы	Основная погрешность, на участке шкалы			
					± 10 делений	свыше ± 10 делений	нормированном 0,1 мм	любом 3 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скобы рычажные (ГОСТ 11098–75)	СР-25(01010)	0–25	0,28	0,002	$\pm 0,001$	$\pm 0,002$	–	–
	СР-50(01110)	25–50						
	СР-75(01210)	50–75						
	СР-100(01310)	75–100						
	СР-125(01410)	100–125						
	СР-150(01510)	125–150						
Скобы рычажные повышенной точности (ТУ 2–034–227–87)	Тип СРП		0,14	0,001	$\pm 0,0007$	$\pm 0,0014$	–	–
	Мод. 01011	0–25						
	Мод. 01111	25–50						
	Мод. 01211	50–75						
	Мод. 01311	75–100						

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скобы индика- торные (ГОСТ 11098–75)	СИ-50	0–50	3	0,01	—	—	±0,005	±0,008
	СИ-100	50–100					±0,005	±0,008
	СИ-200	100–200					±0,005	±0,010
	СИ-300	200–300					±0,007	±0,012
	СИ-400	300–400					±0,007	±0,012
	СИ-500	400–500	5				±0,007	±0,015
	СИ-600	500–600					—	±0,015
	СИ-700	600–700					—	±0,020
	СИ-850	700–850					—	±0,020
	СИ-1000	850–1000					—	±0,020

Таблица 2.8

Метрологические характеристики рычажных микрометров

Микрометр	Условное обозначение, тип, модель	Предел измерений, мм	Отсчетное устройство, мм		Основная погрешность, мкм	
			цена деления	диапазон показаний	на участке шкалы, равном	предел допускаемой погрешности
Микрометр рычажный повышенной точности (ТУ 2–034–227–87)	МРП модели:	0–25	0,001	±0,07	±30 делениям	±2,5
	02021	25–50				
	02121	50–75				
	02221	75–100				
Микрометр рычажный (ГОСТ 4381–87)	МР модели:	0–25	0,002	±0,14	±0,03 мм	±3,0
	02020	25–50				
	02120	50–75				
	02220	75–100				
	МРЗ	0–20 20–45				±4,0
Микрометр рычажный (ГОСТ 4381–87)	МРИ	100–125	0,02	±0,10	±0,10 мм	±4,0
		125–150				
		150–200		5	±0,10 мм	±5,0
		200–250 250–300				

Примеры условных обозначений:

1. Скоба с диапазоном измерения 25–50 мм: *Скоба СР 50 ГОСТ 11098–75.*
2. Индикаторная скоба с диапазоном измерения 0–50 мм: *Скоба СИ 50 ГОСТ 11098–75.*
3. Рычажный микрометр с отсчетным устройством, встроенным в корпус и пределами измерения 25–50 мм: *Микрометр МР 50 ГОСТ 4381–87.*
4. Рычажный микрометр, оснащенный отсчетным устройством с ценой деления 0,01 мм и пределом измерений 300–400 мм: *Микрометр МРИ 400–0,01 ГОСТ 4381–87.*

2.1.6. Пружинные измерительные головки

Пружинные измерительные головки не содержат кинематических пар с внешним трением, поэтому они отличаются малой погрешностью и применяются для измерения размеров изделий 5-го и 6-го квалитетов, а также для контроля формы и расположения поверхностей.

К пружинным измерительным головкам относят микрокаторы, микаторы, миникаторы и оптикаторы. Их метрологические характеристики приведены в табл. 2.9 [29].

Таблица 2.9

Метрологические характеристики пружинных измерительных головок

Наименование	Условное обозначение, тип (модель)	Цена деления шкалы, мм	Диапазон показаний, мм	Допускаемая погрешность на участке шкалы, мм		Измерительное усилие, Н, не более	Колебание измерительного усилия, Н, не более
				до 30 делений	более 30 делений		
1	2	3	4	5	6	7	8
Головки измерительные пружинные (микрокаторы) (ГОСТ 6933–81)	01ИГП (11600)	0,0001	0,008	$\pm 0,00010$	$\pm 0,00015$	1,5	0,2
	02ИГП (11500)	0,0002	0,012	$\pm 0,00015$	$\pm 0,00020$	1,5	0,2
	05ИГП (11400)	0,0005	0,030	$\pm 0,00025$	$\pm 0,00040$	1,5	0,3
	1ИГП (11300)	0,0010	0,060	$\pm 0,00040$	$\pm 0,00060$	2,0	0,3
	2ИГП (11200)	0,0020	0,120	$\pm 0,00080$	$\pm 0,00120$	2,0	0,5
	5ИГП (11100)	0,0050	0,300	$\pm 0,00200$	$\pm 0,00300$	3,0	1,0

Окончание табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8
Головки измерительные пружинные герметизированные (микрокаторы) (ГОСТ 6933–81)	1ИГПГ (11307)	0,0010	0,060	$\pm 0,00040$	$\pm 0,00060$	2,0	0,3
	2ИГПГ (11207)	0,0020	0,120	$\pm 0,00080$	$\pm 0,00120$	2,0	0,5
	5ИГПГ (11107)	0,0050	0,300	$\pm 0,00200$	$\pm 0,00300$	3,0	1,0
	10ИГПГ (11007)	0,0100	0,600	$\pm 0,00300$	$\pm 0,00500$	3,0	1,5
Головки измерительные пружинные виброустойчивые (микрокаторы) (ГОСТ 6933–81)	01ИГПВ (11604)	0,0001	0,008	$\pm 0,00010$	$\pm 0,00015$	1,5	0,2
	02ИГПВ (11504)	0,0002	0,012	$\pm 0,00015$	$\pm 0,00020$	1,5	0,2
	05ИГПВ	0,0005	0,030	$\pm 0,00025$	$\pm 0,00040$	1,5	0,3
	1ИГПВ (11304)	0,0010	0,060	$\pm 0,00040$	$\pm 0,00060$	2,0	0,3
	2ИГПВ (11204)	0,0020	0,120	$\pm 0,00080$	$\pm 0,00120$	2,0	0,5
	5ИГПВ (11104)	0,0050	0,300	$\pm 0,00200$	$\pm 0,00300$	3,0	1,0
Головки измерительные пружинно-оптические (оптикаторы) (ГОСТ 10593–74)	01П (15601)	0,0001	0,024	$\pm 0,00005$	$\pm 0,00010$	1,5	0,3
	02П (15501)	0,0002	0,050	$\pm 0,00010$	$\pm 0,00020$		0,3
	05П (15401)	0,0005	0,100	$\pm 0,00020$	$\pm 0,00040$		0,5
	1П	0,0010	0,250	$\pm 0,00040$	$\pm 0,00080$		0,5
Головки измерительные пружинные малогабаритные (микаторы) (ГОСТ 14712–79)	02ИПМ (13510)	0,0002	0,02	0,00015	0,00030	1,0	0,25
	05ИПМ (13401)	0,0005	0,05	0,00030	0,00050	1,5	0,3
	1ИПМ (13301)	0,0010	0,10	0,00050	0,00100	1,5	0,3
	2ИПМ (13201)	0,0020	0,20	0,00100	0,00200	1,5	0,3
Головки измерительные рычажно-пружинные (миникаторы) (ТУ2–034–229–88)	ИРП: с длинным наконечником	0,0020	0,16	0,0010	0,00200	0,03	—
	с коротким наконечником	0,0010	0,08	0,0005	0,00100	0,20	—

Микрокаторы – пружинные головки типа ИГП, выпускаются в пяти исполнениях: ИГП – с нормальной силой измерения; ИГПУ и ИГПР – с уменьшенной и, соответственно, с регулируемой силой измерения; ИГПГ – герметизированные; ИГПВ – виброустойчивые.

Микаторы – малогабаритные пружинные головки типа ИПМ с присоединительным диаметром гильзы, равным 8 мм.

Миникаторы – рычажно-пружинные измерительные головки типа ИРП; предназначены для измерения отклонений формы и расположения поверхностей в труднодоступных местах. Они применяются в державке с микроподачей для удобства установки на размер.

Оптиматоры – пружинно-оптические головки типа П; предназначены для точных измерений линейных размеров, а также для измерений отклонений формы. Головки используют со стойками типа С-1 и измерительными приспособлениями с присоединительным диаметром 28 мм.

Примеры условных обозначений:

1. Измерительная пружинная виброустойчивая головка с ценой деления 1 мкм:
Головка измерительная 1 ИГПВ ГОСТ 6933–81.

2. Измерительная рычажно-оптическая головка с ценой деления 0,1 мкм:
Оптиматор 01П ГОСТ 10593–74.

2.1.7. Оптиметры

С помощью оптиметров производятся высокоточные измерения размеров и отклонений геометрической формы деталей относительным методом. В измерительном механизме оптиметров сочетаются механический и оптический рычаги.

В зависимости от положения оси измерения оптиметры могут быть вертикальными (ОВ) или горизонтальными (ОГ), в зависимости от способа отсчета показаний – экранными (ОВЭ, ОГЭ) или окулярными (ОВО, ОГО). Горизонтальные оптиметры имеют большие пределы измерения и более универсальны, чем вертикальные. Наличие проекционного отсчетного устройства в оптиметрах повышает точность и производительность измерения, снижает утомляемость наблюдателя.

Вертикальные оптиметры с окуляром типа ИКВ (ОВО-1) и с проекционным экраном типа ИКВ-3 (ОВЭ-1) применяются для контактных измерений наружных линейных размеров относительным методом с настройкой по концевым мерам 4-го и 5-го разрядов (1-го и 2-го классов), калибрам или деталям-образцам. На приборах производятся измерения плоскопараллельных концевых мер длины, диаметров калибров, шариков, проволоки, толщины листов.

Горизонтальные оптиметры применяются для контактных измерений наружных и внутренних линейных размеров с настройкой по концевым мерам 4-го и 5-го разрядов (1-го и 2-го классов), калибрам или деталям-образцам.

Метрологические характеристики оптиметров приведены в табл. 2.10 [29].

Метрологические характеристики оптиметров (ГОСТ 5405–75)

Характеристика	Тип прибора				
	ОВЭ-1 (ИКВ-3)	ОВЭ-02 (ИКП-3)	ОГО-1 (ИКГ-3)*	ОВО-1 (ИКВ)	ОГЭ-1 (ИКГ)
Цена деления, мм	0,001	0,0002	0,001	0,001	0,001
Пределы показания, мм	$\pm 0,1$	$\pm 0,025$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Пределы измерения наружных размеров, мм	0...200	0...160	0...500	0...180	0...500
Пределы измерения внутренних размеров, мм					
диаметров	—	—	13,5...150	—	13,5...150
длин	—	—	13,5...400	—	—
Измерительное усилие, Н	200	50...150	200...250	200	200...250
Колебания измерительного усилия, сН, не более	20	10	20	20	20
Погрешность показаний, мкм, на участке шкалы:					
от 0 до $\pm 0,06$ мм	$\pm 0,2$	—	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
свыше $\pm 0,06$ мм	$\pm 0,3$	—	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
от 0 до $\pm 0,015$ мм	—	$\pm 0,07$	—	—	—
свыше $\pm 0,015$ мм	—	$\pm 0,1$	—	—	—
Вариации показаний, мкм	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1

* Оптиметры типа ИКГ-3 оснащены электроконтактной головкой с пределами измерения внутренних размеров 1...13,5 мм.

2.1.8. Оптические длиномеры

Оптические длиномеры предназначены для измерений с высокой точностью наружных (вертикальные длиномеры), наружных и внутренних (горизонтальные длиномеры) линейных размеров деталей путем определения перемещения образцовой линейной шкалы, установленной на одной оси с измерительным стержнем. В этих приборах объект и отсчетный микроскоп неподвижны, а жестко связанные между собой измерительный стержень и образцовая шкала при измерении перемещаются [14].

С помощью длиномеров производятся измерения абсолютным и относительным методами цилиндрических и резьбовых калибров, изделий призматической формы, внутренних диаметров гладких и резьбовых колец, диаметров шариков и проволоки, толщины листов и т. д.

Длиномеры выпускаются следующих типов: вертикальные с окуляром (ДВО), вертикальные с проекционным экраном (ДВЭ), горизонтальные с экраном (ДГЭ).

Горизонтальные длиномеры имеют большие пределы измерения и более универсальны, чем вертикальные. Применение проекционного отсчетного устройства по сравнению с окулярным повышает точность и производительность измерения.

Метрологические характеристики оптических длиномеров (ГОСТ 14028–68) приведены в табл. 2.11 [29].

Таблица 2.11

Метрологические характеристики оптических длиномеров

Характеристика	Тип прибора		
	вертикальный		горизонтальный
	ИЗВ-3	ИЗВ-2	ИКУ-2
Пределы измерения размеров, мм:			
наружных	0...250	0...250	0...500
внутренних	—	—	5...400
Измерительное усилие, Н, не более	1,2±0,5	2,5	1,8–2,5
Допускаемая погрешность показания, мкм, при измерении размеров:			
• наружных	$\pm(1,2+L^*/120)$	$\pm(1,4+L^*/160)$	$\pm(1,4+L^*/140)$
• внутренних	—	—	$\pm(1,9+L^*/140)$

* L – номинальный измеряемый размер

2.1.9. Измерительные машины

Измерительные оптико-механические машины предназначены для точных измерений наружных и внутренних больших линейных размеров абсолютным и относительным методами. Они используются для измерения нутромеров, концевых мер длины, калибров-пробок, скоб, колец и других точных деталей.

В соответствии с ГОСТ 10875–64 выпускаются следующие типы измерительных машин: ИЗМ-1, ИЗМ-2 и ИЗМ-3. Метрологические характеристики измерительных машин (ГОСТ 10875–76) приведены в табл. 2.12 [29].

Таблица 2.12

Метрологические характеристики измерительных машин

Характеристика	Тип прибора		
	ИЗМ-1	ИЗМ-2	ИЗМ-3
Предел измерения, мм, размеров			
• наружных	0–1000	0–2000	0–4000
• внутренних	13,5–900	13,5–1900	13,5–3900
Цена деления шкалы, мм			
• метровой	100	100	100
• стомиллиметровой	0,1	0,1	0,1
• трубки оптиметра	0,001	0,001	0,001
Наибольший диаметр детали, устанавливаемой в люнетах, мм	50	50	50
Наибольшая высота подъема стола, мм	50	50	50

2.1.10. Измерительные микроскопы

Измерительные микроскопы – бесконтактные оптические приборы, предназначенные для линейных и угловых измерений разнообразных изделий в прямоугольных и полярных координатах. С помощью микроскопов измеряют наружные и внутренние линейные размеры изделий, диаметры валов и отверстий, углы режущего инструмента и шаблонов, основные элементы профиля резьбовых инструментов и калибров, радиусы закруглений профилей, размеры конусов, расстояние между центрами отверстий и т. п.

В машиностроении наиболее распространены малый (ММИ) и большой (БМИ) *инструментальные микроскопы* и *универсальные микроскопы* УИМ-21, УИМ-23, УИМ-24. Они имеют один принцип измерений и различаются конструкцией, диапазоном измерений и областью применения. Универсальные микроскопы отличаются от инструментальных более широким диапазоном и большей точностью измерений.

Инструментальные микроскопы выпускают двух типов: А – без наклона колонки и Б – с наклоном колонки.

Измерения на микроскопах можно проводить теневым методом в проходящем свете, контурным методом в отраженном свете и методом осевого сечения с помощью измерительных ножей.

Цифровой инструментальный микроскоп БМИ-1Ц принципиально не отличается от инструментального микроскопа БМИ. Изменению подверглись отсчетные устройства перемещения стола в продольном и поперечном направлении, в результате чего были добавлены два цифровых электронных блока с пересчетными устройствами.

Метрологические характеристики инструментальных микроскопов по ГОСТ 8074–82 приведены в табл. 2.13 [29].

Таблица 2.13

Метрологические характеристики микроскопов инструментальных

Тип	Диапазон измерения длин в направлении, мм		Цена деления шкал		Максимальные		
	продольном	поперечном	барабанов метрических головок, мкм	угломерной головки, мин	диаметр изделия в центрах, мм	расстояние от объектива до стола, мм	угол наклона колонки отверстий
1	2	3	4	5	6	7	8
ИМ 100×50, А ИМЦ 100×50, А	0–100	0–50	5 –	1	85	175	–

Окончание табл. 2.13

1	2	3	4	5	6	7	8
ИМ 150×50, А	0–150	0–50	5	1	85	175	–
ИМЦ 150×50, А			–		85	175	–
ИМ 150×50, Б			5		85	200	12°30′
ИМЦ 150×50, Б			5		85	200	12°30′
ИМЦЛ 150×50, Б			–		100	210	12°30′
ИМЦЛ-1 160×80, Б	0–160	0–80	–	1	100	210	12°30′
ИМЦЛ-2 160×80, Б							

2.1.11. Измерительные проекторы

Измерительные проекторы предназначены для проецирования теневого изображения (контуров) изделий на экран и измерения их линейных и угловых размеров непосредственно, сравнением с чертежом и по вычерченному контуру изделия. Их применяют для измерения профильных шаблонов, мелко модульных зубчатых колес, режущего инструмента, резьбовых изделий и изделий сложного профиля.

Проекторы типов ПИ-250 и ПИ-150ЦВ являются настольными, а остальные их типы – стационарными.

Метрологические характеристики проекторов (ГОСТ 19795–82) приведены в табл. 2.14 [2].

Таблица 2.14

Метрологические характеристики измерительных проекторов

Параметр	Тип проектора				
	ПИ-250	ПИ-360	ПИ-600	ПИ-600Ц	ПИ-150ЦВ
Размеры экрана, мм	250×250	360×360	600×600	600×700	Ø150
Увеличение, крат	20, 50, 100	10, 20, 50, 100, 200	10, 20, 50, 100, 200	10, 20, 50, 100, 200	50, 100, 200
Перемещение стола, мм, в направлении:					
• продольном	25	40	100	100	100
• поперечном	25	25	50	50	50
• вертикальном	30	85	100	90	–
Цена деления шкал для измерений:					
• линейных, мм	0,01	0,001	0,002	–	–
• угловых, мин	–	5	2	2	–
Дискретность отсчета	–	–	–	0,001	0,001
Допускаемая погрешность при измерении:					
• длин, мм	±0,005	±0,003	±0,003	±0,005	±0,005
• углов, с	–	±5	±3	±3	–

Пример условного обозначения. Проектор с размером стороны экрана 360 мм с цифровым отсчетом: *ПИ 360ЦВ ГОСТ 19795–82.*

2.1.12. Пневматические длиномеры

Принцип действия пневматических длиномеров основан на использовании зависимости между расходом воздуха через отверстие заданного размера и зазором, образуемым поверхностью изделия и торцом выходного отверстия.

Применение пневматических длиномеров ограничено высокими требованиями к постоянству давления и содержанию примесей в сжатом воздухе. Малый диапазон измерений и значительная инерционность системы также являются недостатками пневматических длиномеров.

Пневматические длиномеры подразделяются на приборы высокого давления (ротаметрического типа) и низкого давления (манометрического типа).

Метрологические характеристики пневматических длиномеров высокого давления (ГОСТ 14806–76) приведены в табл. 2.15 [2].

Таблица 2.15

Метрологические характеристики длиномеров ротаметрического типа

Цена деления шкалы, мкм	Диапазон измерений, мкм	Длина деления шкалы, мм	Допускаемая основная по- грешность при измери- тельной оснастке с диаметром сопла, мм				Размах показаний, мкм	Погрешность повторного включения, мкм	Диаметр сопла, мм
			1	2	1	2			
			Сопло		Пробка				
0,2	10	4	–	±0,20	–	–	0,1	0,1	2
0,5	20	5	±0,5	±0,35	–	–	0,2	0,2	1; 2
1	35	5	±0,8	±0,60	±1,2	±1,2	0,4	0,4	1; 2
2	60	6	±1,5	±1,50	±2,5	±2,5	0,6	0,6	1; 2
5	100	9	±2,5	±2,50	±4,0	±4,0	1,2	1,2	1; 2
10	160	10	–	±6,00	–	±8,0	2,0	2,0	2

Метрологические характеристики пневматических длиномеров низкого давле-
ния (ГОСТ 11198–75) приведены в табл. 2.16 [2].

Таблица 2.16

Метрологические характеристики длиномеров манометрического типа

Цена деления, мкм	Предел измерения длиномером, мкм, оснащенным			Предел основной допускаемой погрешности, мкм	Размах показаний длиномера, мкм	
	соплом	пневмопробкой	головкой		с соплом и головкой	с пневмопробкой
0,5	20	—	—	0,5	1/2 деления	1/3 деления
1	40	20	40	1,0		
2	80	40	80	2,0		
5	160	80	160	3,0		
10	—	160	320	8,0		
20	—	—	630	15,0		

2.1.13. Электронные показывающие приборы

Для измерения размеров, отклонений формы и расположения поверхностей с высокой точностью и быстроедействием используются электронные показывающие приборы с индуктивными преобразователями. Принцип работы приборов состоит в преобразовании перемещения измерительного стержня с наконечником в пропорциональное ему изменение напряжения, подаваемого на отсчетное или записывающее устройство.

Существует несколько исполнений электронных показывающих приборов с различным диапазоном измерений. Метрологические характеристики приборов (ГОСТ 23714–79) приведены в табл. 2.17 [2].

Таблица 2.17

Метрологические характеристики электронных показывающих приборов, мкм

Модель	Диапазон измерений	Цена деления	Модель преобразователей	Число преобразователей	Допускаемая погрешность в делениях шкалы при числе преобразователей	
1	2	3	4	5	6	
212 и 214	±3	0,1	223	1 для мод. 214; 1; 2 для мод. 212	1	2
	±6	0,2				
	±15	0,5				
	±30	1,0				
	±60	2,0				

Окончание табл. 2.17

1	2	3	4	5	6	
213	$\pm 1,0$	0,02	222	1; 2	1	2
	$\pm 2,5$	0,05				
	$\pm 5,0$	0,10				
	$\pm 10,0$	0,20				
	$\pm 25,0$	0,50				
217	± 15	0,5	234	1; 2	1	2
	± 30	1,0				
	± 150	5,0				
	± 300	10,0				
	± 1500	50,0				
276	± 3	0,1	221	1; 2	1	2
	± 15	0,5				
	± 30	1,0				
	± 150	5,0				
	± 300	10,0				
287	200	0,2	221	1	0,2	–

Метрологические характеристики индуктивных преобразователей приведены в табл. 2.18 [2].

Таблица 2.18

Метрологические характеристики индуктивных преобразователей

Модель	Диапазон измерения, мм	Свободный ход, мм	Размах, мкм	Сила измерения, Н	Присоединительный размер, мм
221	До 0,50	1,50	0,05	0,6	8
222	До 0,05	0,18	0,02	0,5–1,0	28
223	До 0,20	2,00	0,05	0,3–1,0	8
227	До 0,20	1,00	0,20	0,3	28
234	До 4,00	8,00	0,25	1,2	28

Пример условного обозначения. Прибор мод. 276: Прибор показывающий с индуктивными преобразователями, модель 276.

2.2. Калибры для контроля гладких валов и отверстий

Для контроля диаметров валов и отверстий используют нормальные, предельные (проходные и непроходные) калибры и комплексные калибры для проверки нескольких размеров изделия. По конструкции предельные калибры делятся на нерегулируемые и регулируемые, которые позволяют компенсировать износ калибра или установить его на другой размер. Калибры бывают однопредельные и двупредельные, объединяющие проходной и непроходной калибры; односторонние, у которых оба предельных калибра расположены с одной стороны, и двусторонние [21].

Преимуществами калибра являются экономичность и высокая производительность контроля изделий при массовом и серийном производстве.

Гладкие калибры для валов:

ПР – проходной калибр-скоба (контролирует годность наибольшего предельного размера вала);

НЕ – непроходной калибр-скоба (контролирует годность наименьшего предельного размера вала).

Эти калибры, как уже говорилось, называются рабочими.

Далее перечислены калибры для контроля рабочих калибров:

К-ПР – контрольный проходной калибр-пробка для нового гладкого проходного калибра-скобы (должен проходить в калибр-скобу ПР);

К-НЕ – контрольный проходной калибр-пробка для нового гладкого непроходного калибра-скобы (должен проходить в калибр-скобу НЕ);

К-И – контрольный калибр-пробка для контроля износа гладкого проходного калибра-скобы (не должен входить в рабочий калибр-скобу). Величина износа нормируется государственными стандартами.

Гладкие калибры для отверстий:

ПР – проходной калибр-пробка (контролирует годность наибольшего предельного размера отверстия);

НЕ – непроходной калибр-пробка (контролирует годность наименьшего предельного размера отверстия).

Виды гладких калибров для цилиндрических валов и отверстий устанавливает ГОСТ 24851–81, для контроля отверстий применяют предельные калибры-пробки различных конструкций по ГОСТ 14807–69 – ГОСТ 14827–69; для контроля валов – предельные калибры-скобы по ГОСТ 18358–93 – ГОСТ 18369–93. Листовые скобы и пробки, оснащенные твердым сплавом, выполняют по ГОСТ 16775–93 – ГОСТ 16780–71.

Технические требования и маркировка к гладким калибрам (ГОСТ 2015–84).

Конструктивные отличия непроходных калибров: уменьшенная длина рабочей поверхности по сравнению с проходным калибром; для нутромеров наличие кольцевой канавки на стержне; для двусторонних калибров-скоб наличие фаски 45° на сопряжениях передней и боковой поверхностей.

Непроходные калибры-пробки диаметром до 6 мм имеют конструктивные отличия на ручках: конусный выступ или кольцевую канавку.

Непроходную сторону калибров рекомендуется обозначать красным цветом.

На каждом калибре нанесена следующая информация:

- номинальный диаметр отверстия (вала);
- обозначение поля допуска отверстия (вала);
- числовые величины предельных отклонений отверстия (вала);
- обозначение назначения калибра (например, ПР, К-И);
- товарный знак предприятия-изготовителя.

Материал для изготовления гладких калибров. Вставки и насадки калибров-пробок производят из стали марки Х по ГОСТ 5950–73 или марки ШХ15 по ГОСТ 801–78.

Допускается изготовление вставок и насадок из стали:

- У10А или У12А по ГОСТ 1435–99 для калибров всех видов, кроме неполных калибров-пробок, получаемых штамповкой;
- 15 или 20 по ГОСТ 1050–88 для калибров диаметром более 10 мм.

Корпуса калибров-скоб без отдельных губок и губки составных калибров-скоб производят из стали 15 или 20 по ГОСТ 1050–88. Допускается их изготовление из сталей по ГОСТ 1435–99: У8А, У10А, У12А.

Корпуса калибров-скоб с отдельными губками производят из стали 35 и 40 по ГОСТ 1050–88. Допускается их изготовление из стали Ст5 по ГОСТ 380–94.

Когда калибры изготавливают не из инструментальных, а из конструкционных сталей (15 или 20 по ГОСТ 1050–88), то необходимо подвергать измерительные поверхности цементации с целью их упрочнения и повышения износостойкости. При этом глубина цементируемого слоя должна быть не менее 0,5 мм.

Рабочие поверхности калибров-пробок хромируют или наносят другое износостойкое покрытие. Рекомендуемая толщина хромового покрытия для калибров по ГОСТ 24853–81 $0,5 \pm 1$ (Z+Y).

Твердость рабочих поверхностей: калибров-пробок с хромовым покрытием – *HRC*, 57–65; остальных калибров – *HRC*, 59–65.

Параметры шероховатости *Ra* рабочих поверхностей должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.19.

Таблица 2.19

Шероховатость рабочих поверхностей гладких калибров (ГОСТ 2789–73)

Вид калибра	Точность контролируемого размера изделия, квалитет	Параметр шероховатости поверхности <i>Ra</i> , мкм, для диаметров	
		0,1–100 мм	св. 100 до 360 мм
Калибр-пробка	6	0,04	0,08
	7–9	0,08	0,16
	10–12	0,16	0,16
	13 и грубее	0,32	0,32
Калибр-скоба	6–9	0,08	0,16
	10–12	0,16	0,16
	13 и грубее	0,32	0,32
Контрольный калибр	6–9	0,04	0,08
	10 и грубее	0,08	0,16

Примеры условных обозначений:

1. Калибр-скоба односторонний двупредельный нерегулируемый: *Скоба 8113–0005 h9 ГОСТ 18361–93.*

2. Калибр-пробка двусторонний со вставками: *Пробка 8133–0607 H7 ГОСТ 14807–69.*

Исполнительные размеры гладких калибров. Их рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 2.20 (ГОСТ 24851–81), или принимают по ГОСТ 21401–75 без проведения расчетов.

Таблица 2.20

Формулы для расчета исполнительных размеров гладких калибров

Вид калибра	Контроль	Условия применения	Формулы исполнительных размеров	Предельные отклонения	
				верхнее	нижнее
Калибр-кольцо гладкий проходной	Наибольшего диаметра вала d_{\max}	Калибр должен проходить по валу под действием собственной силы тяжести или определенной силы	$ПР_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2},$ где Z_1 – отклонение середины поля допуска на изготовление калибра-скобы ПР относительно наибольшего предельного размера вала; H_1 – допуск на изготовление калибров-скоб	+ H_1	0
Калибр-скоба гладкий проходной					
Калибр-скоба гладкий непроходной	Наименьшего диаметра вала d_{\min}	Калибр не должен проходить по валу	$HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_1}{2},$ где α_1 – компенсация погрешности контроля калибрами-скобами (для валов диаметром свыше 180 мм)	+ H_1	0
Калибр-кольцо гладкий непроходной					
Калибр-пробка гладкий проходной	Наименьшего диаметра отверстия D_{\min}	Калибр должен проходить через отверстие под действием собственной силы тяжести или определенной силы	$ПР_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2},$ где Z – отклонение середины поля допуска на изготовление калибра-пробки ПР относительно наименьшего предельного размера отверстия; H – допуск на изготовление калибра-пробки	0	– H
Калибр-пробка гладкий непроходной	Наибольшего диаметра отверстия D_{\max}	Калибр не должен входить в отверстие под действием собственной силы тяжести или определенной силы	$HE_{\min} = D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2},$ где α – компенсация погрешности контроля калибрами-пробками (для отверстий диаметром свыше 180 мм)	0	– H

Допуски гладких калибров. Допуски гладких калибров, входящие в формулы для вычисления исполнительных размеров калибров, устанавливают по ГОСТ 24852–81 и ГОСТ 24853–81 (табл. 2.21).

Поля допусков непроходных калибров (НЕ) расположены симметрично относительно их номинального размера. Поля допусков проходных калибров (ПР) расположены внутри поля допуска контролируемого изделия.

Таблица 2.21

Допуски гладких рабочих калибров для отверстий и валов
с размерами до 500 мм (ГОСТ 24853–81), мкм

Квалитет *	Обозначения	Интервалы размеров, мм												
		До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	Z	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8
	Y	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2	3	3	4	5	6	7
	$\alpha; \alpha_1$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	2	3	4	5
	Z ₁	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y ₁	1,5	1,5	1,5	2,0	3,0	3,0	3	4	4	5	6	6	7
	H; H _s	1,2	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H ₁	2,0	2,5	2,5	3,0	4,0	4,0	5	6	8	10	12	13	15
7	Z; Z ₁	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y; Y ₁	1,5	1,5	1,5	2,0	3,0	3,0	3	4	4	6	7	8	9
	$\alpha; \alpha_1$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	3	4	6	7
	H; H ₁	2,0	2,5	2,5	3,0	4,0	4,0	5	6	8	10	12	13	15
	H _s	—	—	1,5	2,0	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
8	Z; Z ₁	2,0	3,0	3,0	4	5,0	6,0	7	8	9	12	14	16	18
	Y; Y ₁	3,0	3,0	3,0	4	4,0	5,0	5	6	6	7	9	9	11
	$\alpha; \alpha_1$	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2,0	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3,0	4,0	4,0	5	6,0	7,0	8	10	12	14	16	18	20
	H _s	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
9	Z; Z ₁	5	6,0	7,0	8	9,0	11,0	13	15	18	21	24	28	32
	$\alpha; \alpha_1$	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0	0	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3	4,0	4,0	5	6,0	7,0	8	10	12	14	16	18	20
	H _s	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
10	Z; Z ₁	5	6,0	7,0	8	9,0	11,0	13	15	18	24	27	32	37
	$\alpha; \alpha_1$	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0	0	7	9	11	14
	H	2	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5	6	8	10	12	13	15
	H ₁	3	4,0	4,0	5	6,0	7,0	8	10	12	14	16	18	20
	H _s	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10

Окончание табл. 2.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	Z; Z ₁	10	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20
	H; H ₁	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H _s	—	—	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
12	Z; Z ₁	10	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65	70
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35
	H; H ₁	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H _s	—	—	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
13	Z; Z ₁	20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	45	55
	H; H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
14	Z; Z ₁	20	24	28	32	36	42	48	54	60	100	110	125	145
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90
	H; H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
15	Z; Z ₁	40	48	56	64	72	80	90	100	110	170	190	210	240
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	90	110	140
	H; H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
16 и 17	Z; Z ₁	40	48	56	64	72	80	90	100	110	210	240	280	320
	α; α ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	140	180	220
	H; H ₁	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H _s	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40

* Для 9–17-го квалитетов точности значения Y и Y_1 равны нулю, поэтому они в таблице не приведены.

2.2.1. Виды калибров-скоб для контроля валов

Для контроля валов применяют следующие виды гладких калибров-скоб и соответствующие им пределы контролируемых параметров:

- односторонние двупредельные от 1 до 6 мм и от 3 до 10 мм;
- двусторонние от 1 до 6 мм и от 3 до 10 мм;
- односторонние двупредельные от 10 до 100 мм, от 100 до 180 мм и от 180 до 260 мм;
- односторонние двупредельные со сменными губками от 100 до 180 мм;
- односторонние двупредельные от 180 до 360 мм.

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров от 1 до 6 мм (ГОСТ 18358–93)

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров от 1 до 6 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.1 и в табл. 2.22. Конструкция и размеры ступенчатой губки указаны на рис. 2.2. Конструкция и размеры гладкой губки указаны на рис. 2.3.

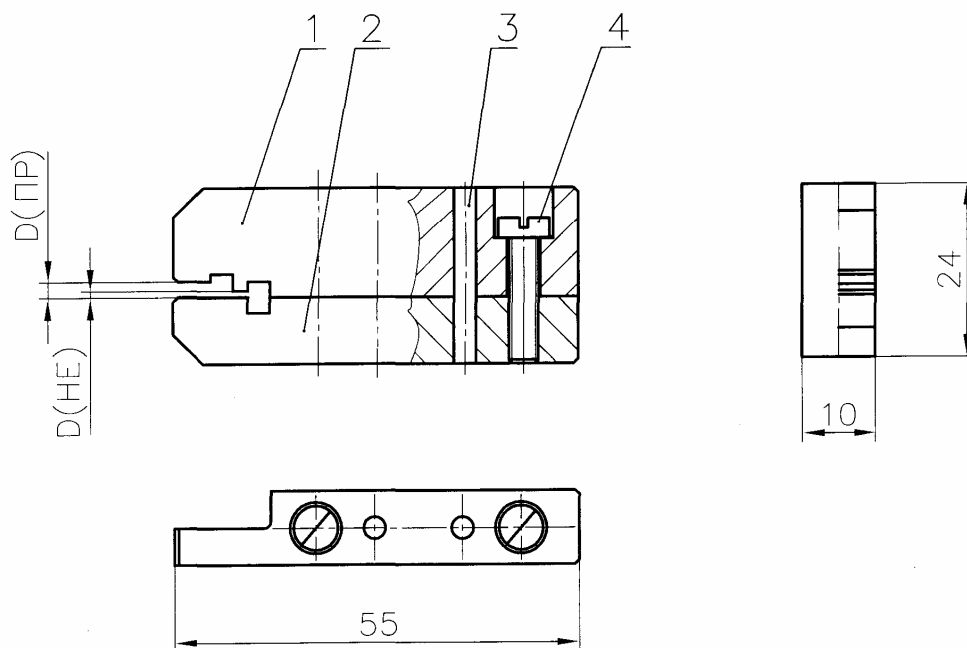


Рис. 2.1. Калибр-скоба односторонний двупредельный:
1 – губка ступенчатая; 2 – губка гладкая; 3 – штифт цилиндрический; 4 – винт

Таблица 2.22

Основные размеры калибров-скоб односторонних двупредельных
для диаметров от 1 до 6 мм

Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{ном}}$, мм
8119-0601	1,00	8119-0612	1,90	8119-0623	3,50
8119-0602	1,05	8119-0613	2,00	8119-0624	3,60
8119-0603	1,10	8119-0614	2,10	8119-0625	3,80
8119-0604	1,15	8119-0615	2,20	8119-0626	4,00
8119-0605	1,20	8119-0616	2,40	8119-0627	4,20
8119-0606	1,30	8119-0617	2,50	8119-0628	4,50
8119-0607	1,40	8119-0618	2,60	8119-0629	4,80
8119-0608	1,50	8119-0619	2,80	8119-0630	5,00
8119-0609	1,60	8119-0620	3,00	8119-0634	5,30
8119-0610	1,70	8119-0621	3,20	8119-0635	5,60
8119-0611	1,80	8119-0622	3,40	8119-0633	6,00

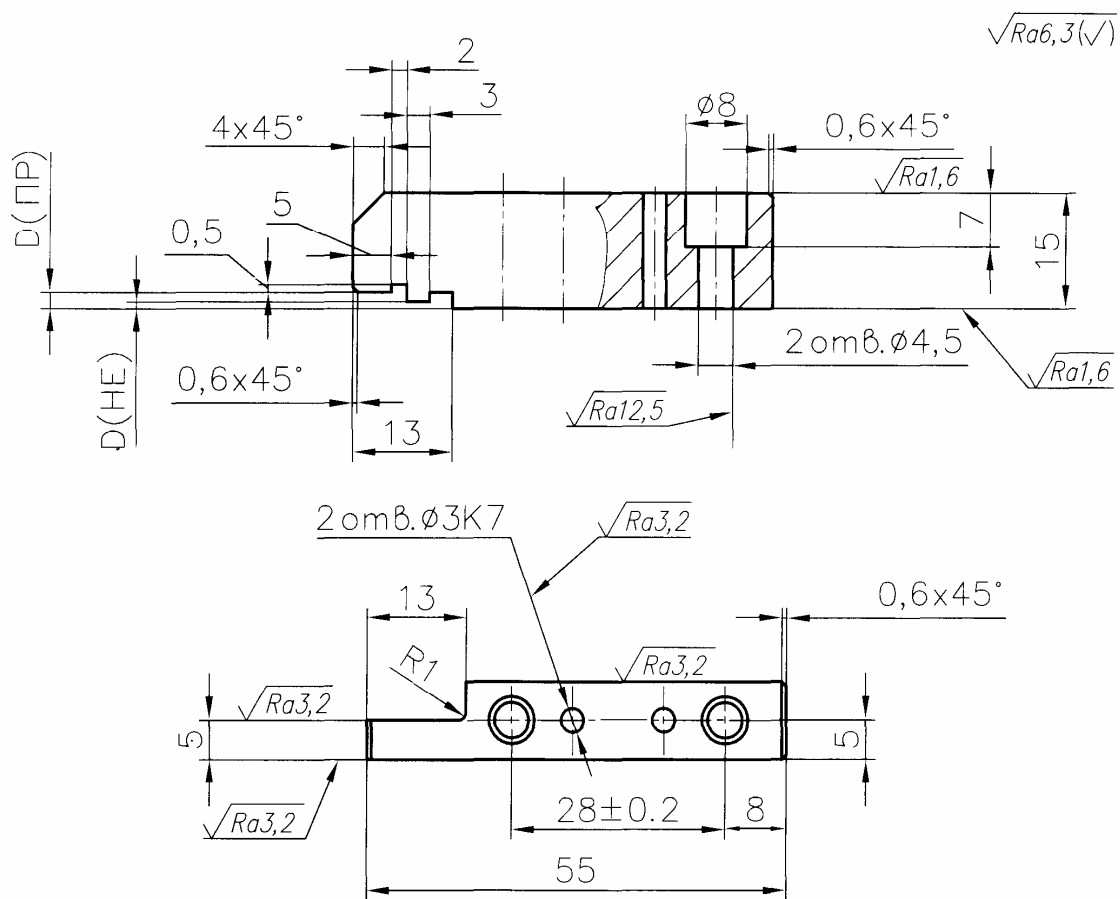


Рис. 2.2. Губка ступенчатая

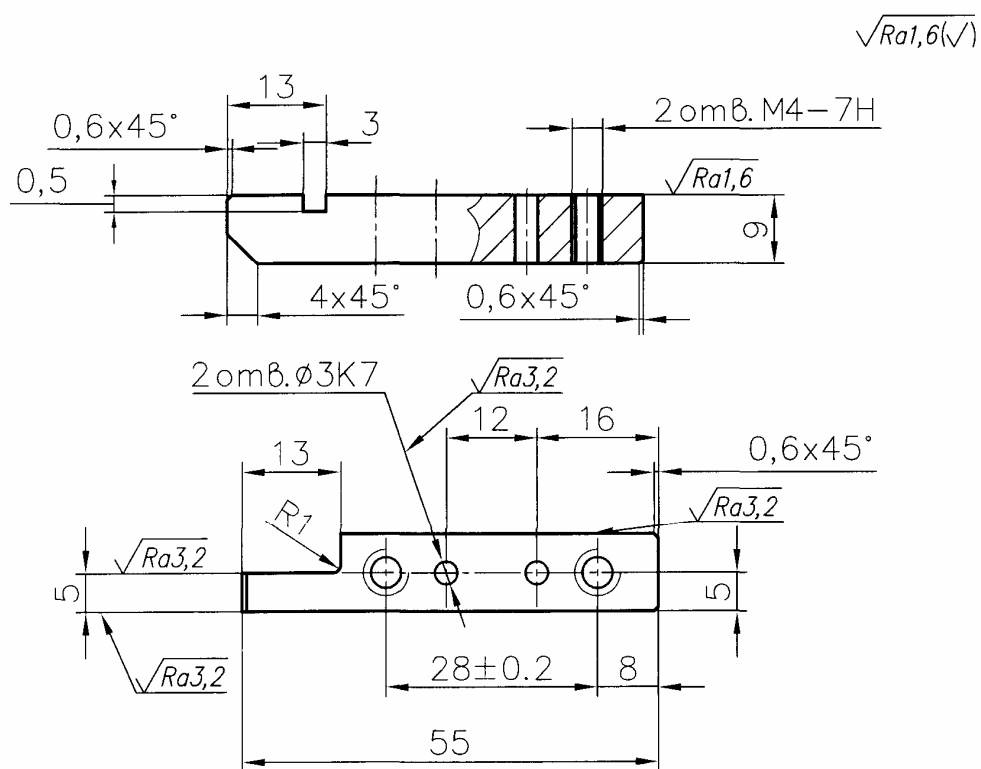


Рис. 2.3. Губка гладкая

**Калибры-скобы гладкие двусторонние
для диаметров от 1 до 6 мм (ГОСТ 18358–93)**

Калибры-скобы гладкие двусторонние для диаметров от 1 до 6 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов. Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.4 и в табл. 2.23.

Конструкция и размеры ступенчатой губки указаны на рис. 2.5.

Конструкция и размеры гладкой губки указаны на рис. 2.6.

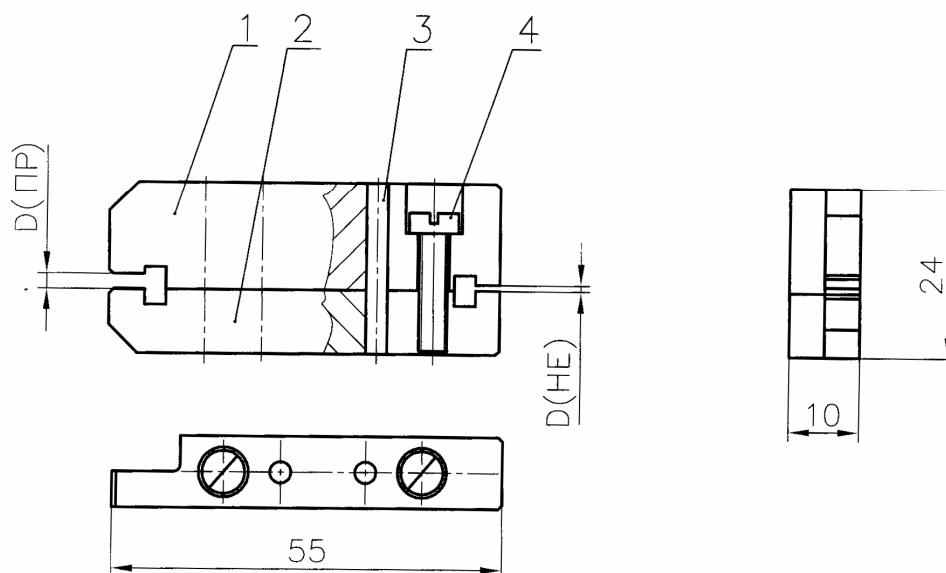


Рис. 2.4. Калибр-скоба гладкий двусторонний:

1 – губка ступенчатая; 2 – губка гладкая; 3 – штифт; 4 – винт

Таблица 2.23

Основные размеры калибров-скоб гладких двусторонних
для диаметров от 1 до 6 мм

Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм
8106–0051	1,00	8106–0062	1,90	8106–0073	3,50
8106–0052	1,05	8106–0063	2,00	8106–0074	3,60
8106–0053	1,10	8106–0064	2,10	8106–0075	3,80
8106–0054	1,15	8106–0065	2,20	8106–0076	4,00
8106–0055	1,20	8106–0066	2,40	8106–0077	4,20
8106–0056	1,30	8106–0067	2,50	8106–0078	4,50
8106–0057	1,40	8106–0068	2,60	8106–0079	4,80
8106–0058	1,50	8106–0069	2,80	8106–0080	5,00
8106–0059	1,60	8106–0070	3,00	8106–0084	5,30
8106–0060	1,70	8106–0071	3,20	8106–0085	5,60
8106–0061	1,80	8106–0072	3,40	8106–0083	6,00

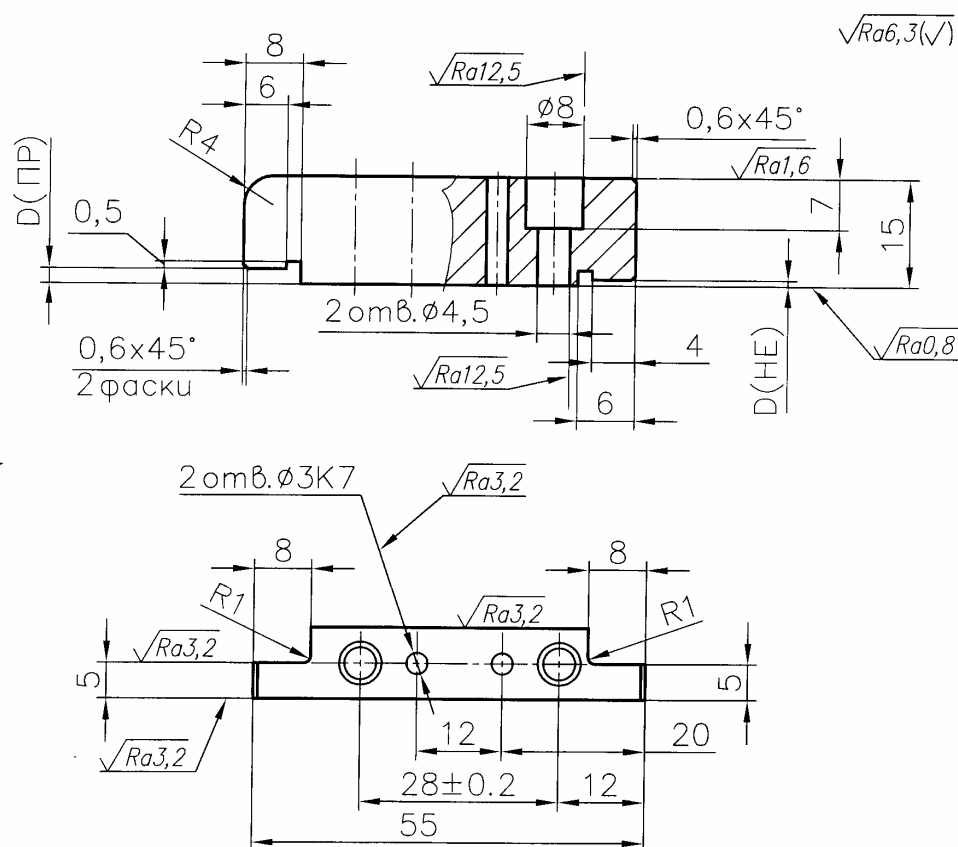


Рис. 2.5. Губка ступенчатая

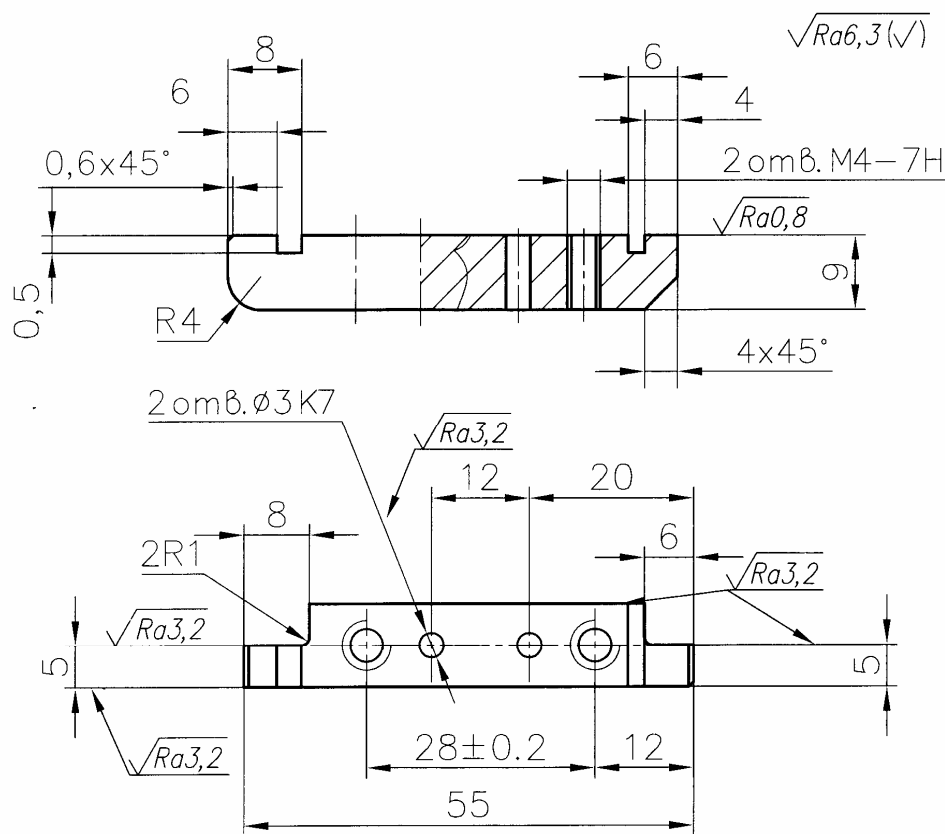


Рис. 2.6. Губка гладкая

**Калибры-скобы гладкие двусторонние
для диаметров от 3 до 10 мм (ГОСТ 18360–93)**

Калибры-скобы гладкие двусторонние для диаметров от 3 до 10 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.7 и в табл. 2.24.

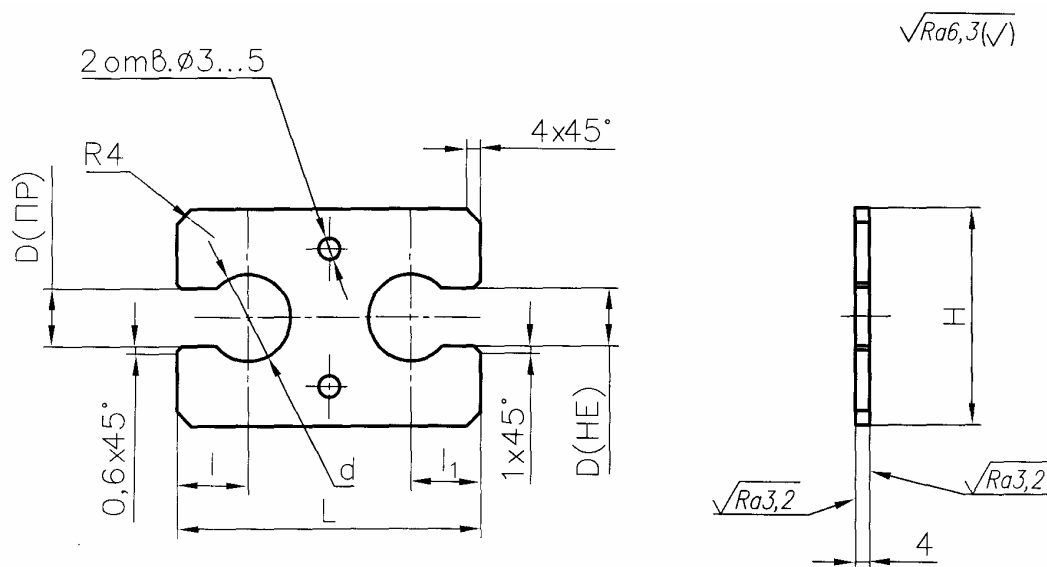


Рис. 2.7. Калибр-скоба двусторонний

Таблица 2.24

Основные размеры калибров-скоб гладких двусторонних
для диаметров от 3 до 10 мм, мм

Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{ном}}$	d	L	l	l_1	H	Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{ном}}$	d	L	l	l_1	H
8102–0201	3,0	8	40	10	8	25	8102–0215	6,3	12	50	12	10	32
8102–0202	3,2						8102–0216	6,5					
8102–0203	3,4						8102–0226	6,7					
8102–0204	3,5						8102–0217	7,0					
8102–0205	3,6						8102–0227	7,1					
8102–0206	3,8						8102–0218	7,5					
8102–0207	4,0						8102–0219	8,0					
8102–0208	4,2						8102–0220	8,5					
8102–0209	4,5						8102–0221	9,0					
8102–0210	4,8						8102–0222	9,5					
8102–0211	5,0						8102–0223	10,0					
8102–0224	5,3												
8102–0225	5,6												
8102–0214	6,0												

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
для диаметров от 3 до 10 мм (ГОСТ 18360–93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров от 3 до 10 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.8 и в табл. 2.25.

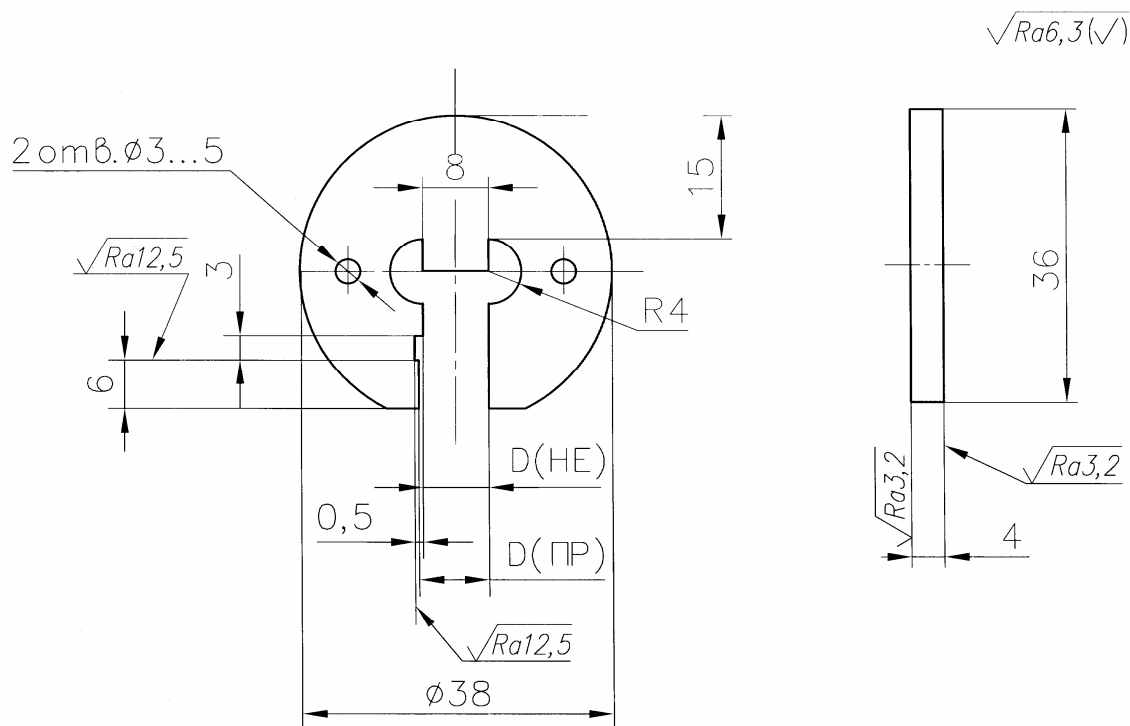


Рис. 2.8. Калибр-скоба односторонний двупредельный

Таблица 2.25

Основные размеры калибров-скоб гладких односторонних двупредельных
для диаметров от 3 до 10 мм

Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{ном}}$, мм	Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{ном}}$, мм
8113–0001	3,0	8113–0010	4,8	8113–0027	7,1
8113–0002	3,2	8113–0011	5,0	8113–0018	7,5
8113–0003	3,4	8113–0024	5,3	8113–0019	8,0
8113–0004	3,5	8113–0025	5,6	8113–0020	8,5
8113–0005	3,6	8113–0014	6,0	8113–0021	9,0
8113–0006	3,8	8113–0015	6,3	8113–0022	9,5
8113–0007	4,0	8113–0016	6,5	8113–0023	10,0
8113–0008	4,2	8113–0026	6,7		
8113–0009	4,5	8113–0017	7,0		

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
для диаметров свыше 10 до 100 мм (ГОСТ 18360–93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров свыше 10 до 100 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.9 и 2.10 и в табл. 2.26.

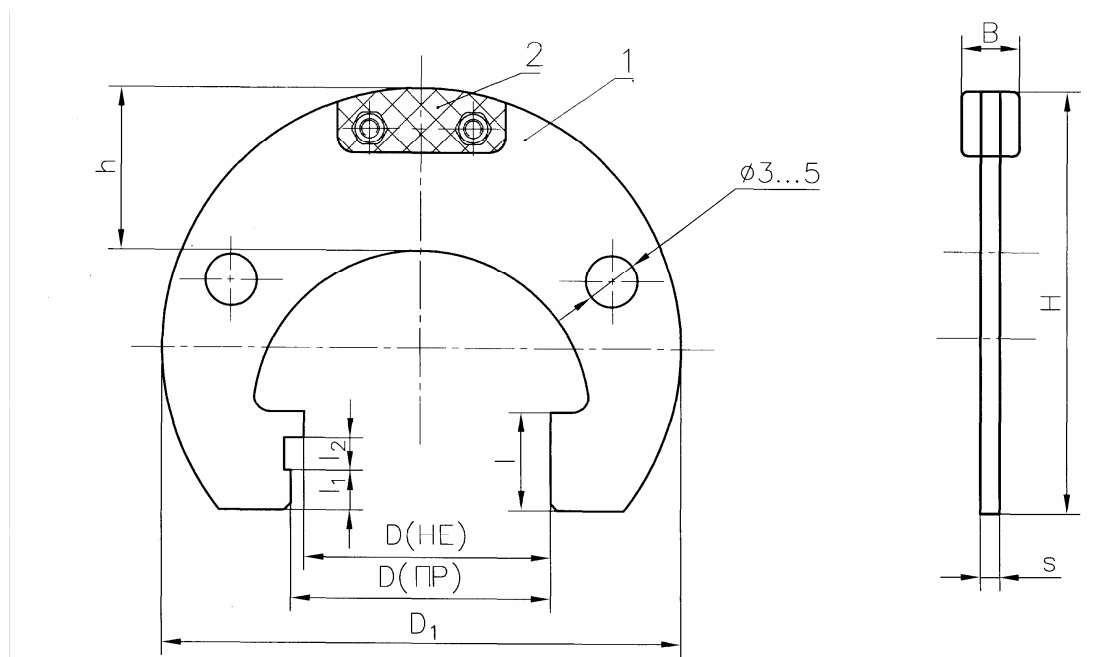


Рис. 2.9. Калибр-скоба односторонний двупредельный:

1 – корпус; 2 – ручка-накладка

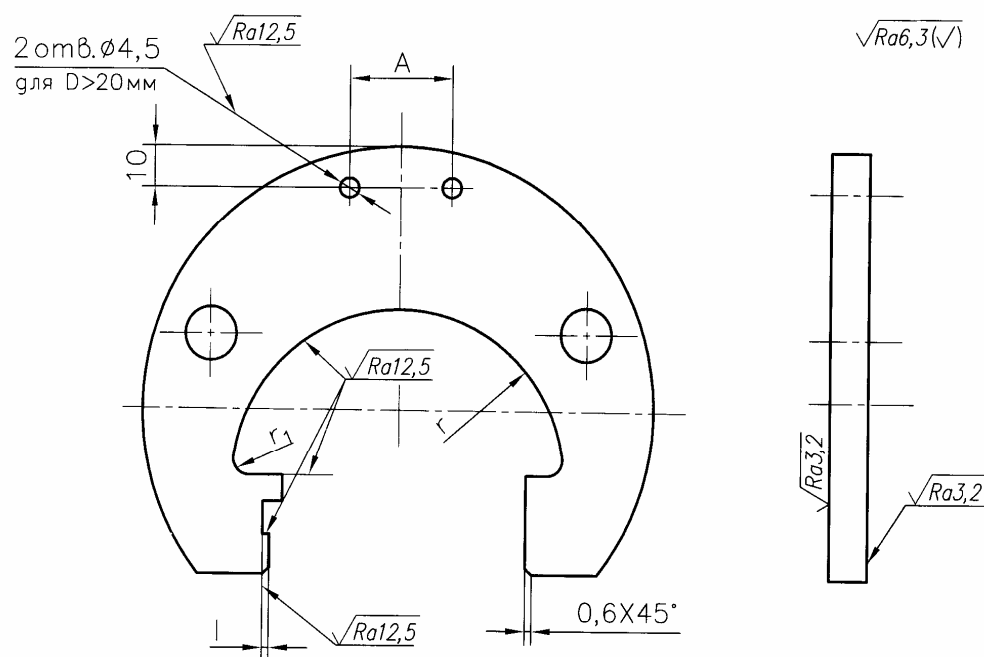


Рис. 2.10. Корпус калибра-скобы

Таблица 2.26

Основные размеры калибров-скоб гладких односторонних двупредельных
для диаметров свыше 10 до 100 мм, мм

Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{ном}}$	D_1	H	h	B	s	l	l_1	l_2	r	r_1	A^*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8113-0101	10,5	60	55	24	—	5	18	10	3	13	4	—
8113-0102	11,0											
8113-0103	11,5											
8113-0104	12,0											
8113-0105	13,0											
8113-0106	14,0											
8113-0107	15,0											
8113-0108	16,0											
8113-0109	17,0											
8113-0110	18,0											
8113-0111	19,0											
8113-0112	20,0											
8113-0113	21,0	75	68	30	17	5	20	12	3	18	5	24
8113-0114	22,0											
8113-0115	23,0											
8113-0116	24,0											
8113-0117	25,0											
8113-0118	26,0											
8113-0119	27,0											
8113-0120	28,0											
8113-0121	29,0											
8113-0122	30,0											
8113-0123	31,0	95	82	37	17	5	22	12	4	23	5	24
8113-0124	32,0											
8113-0125	33,0											
8113-0126	34,0											
8113-0127	35,0											
8113-0128	36,0											
8113-0129	37,0											
8113-0130	38,0											
8113-0131	39,0											
8113-0132	40,0											

Окончание табл. 2.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8113–0133	41,0	120	100	44	18	6	25	14	4	31	6	24
8113–0134	42,0											
8113–0135	44,0											
8113–0136	45,0											
8113–0137	46,0											
8113–0138	47,0											
8113–0139	48,0											
8113–0140	50,0											
8113–0141	52,0											
8113–0162	53,0											
8113–0142	55,0	140	118	50	18	6	28	17	4	40	6	40
8113–0163	56,0											
8113–0143	58,0											
8113–0144	60,0											
8113–0145	62,0											
8113–0146	63,0											
8113–0147	65,0											
8113–0164	67,0											
8113–0149	70,0	160	135	55	18	6	32	20	4	48	8	40
8113–0165	71,0											
8113–0150	72,0											
8113–0151	75,0											
8113–0152	78,0											
8113–0153	80,0											
8113–0154	82,0											
8113–0155	85,0											
8113–0156	88,0	180	150	59	18	6	36	21	6	55	8	40
8113–0157	90,0											
8113–0158	92,0											
8113–0159	95,0											
8113–0160	98,0											
8113–0161	100,0											

* Предельное отклонение $\pm 0,25$.

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
для диаметров свыше 100 до 180 мм (ГОСТ 18360–93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров свыше 100 до 180 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.11 и 2.12 и в табл. 2.27.

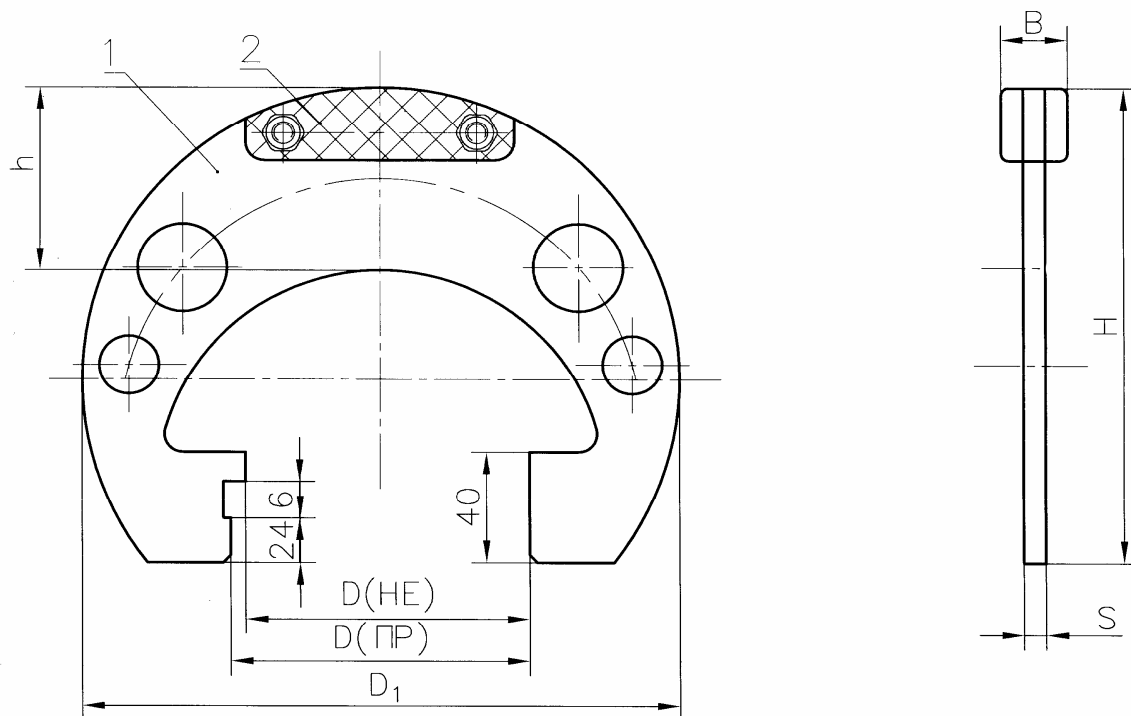


Рис. 2.11. Калибр-скоба односторонний двупредельный:
1 – корпус; 2 – ручка-накладка

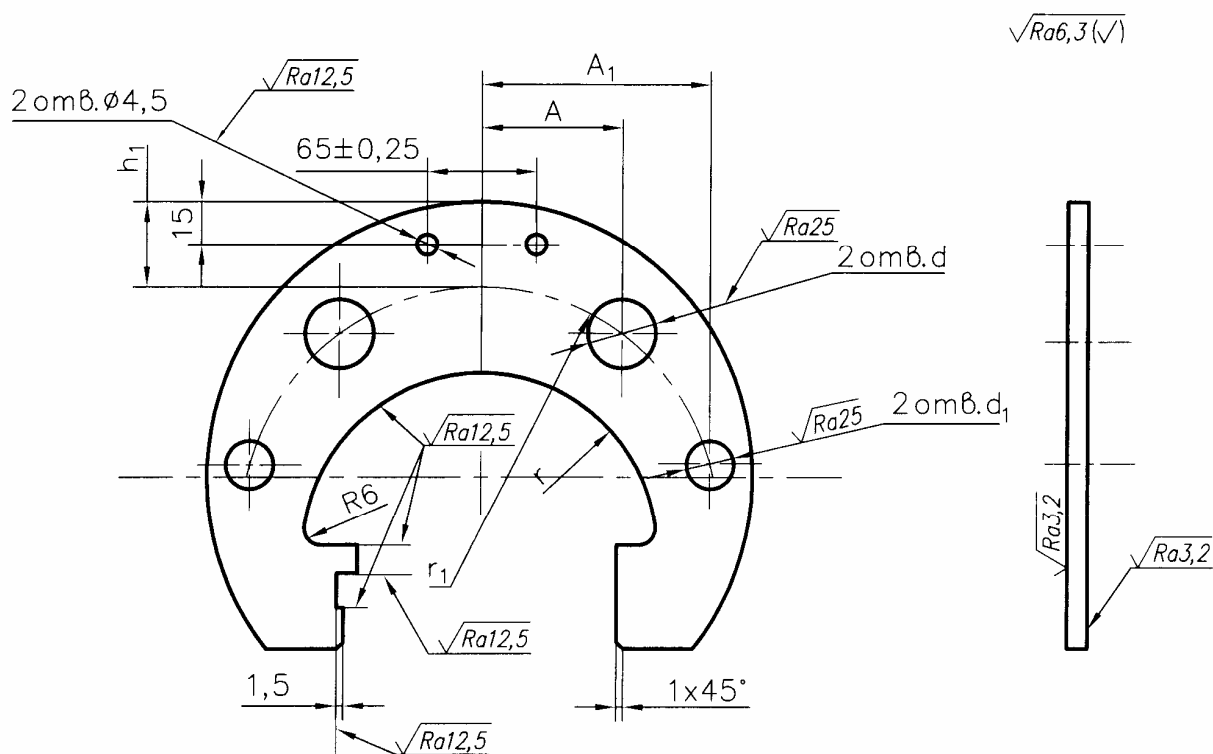


Рис. 2.12. Корпус калибра-скобы

Таблица 2.27

Основные размеры калибров-скоб гладких односторонних двупредельных
для диаметров свыше 100 до 180 мм, мм

Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{НОМ}}$	D_1	H	h	B	s	r	r_1	d	d_1	A	A_1	h_1
8113–0201	102	215	170	65	19	7	70	86	30	22	64	85	32,5
8113–0202	105												
8113–0203	108												
8113–0204	110												
8113–0205	112												
8113–0206	115												
8113–0207	120												
8113–0208	125	240	185	70	19	7	80	98	36	25	69	64	35,0
8113–0209	130												
8113–0210	135												
8113–0211	140												
8113–0212	145	265	200	75	20	8	90	109	36	25	76	105	37,5
8113–0213	150												
8113–0214	155												
8113–0215	160												
8113–0216	165	285	215	80	20	8	100	119	40	30	80	114	40,0
8113–0217	170												
8113–0218	175												
8113–0219	180												

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
для диаметров свыше 180 до 260 мм (ГОСТ 18360–93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров свыше 180 до 260 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 8-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб указаны на рис. 2.13 и 2.14 и в табл. 2.28.

Таблица 2.28

Основные размеры калибров-скоб гладких односторонних двупредельных
для диаметров свыше 180 до 260 мм, мм

Обозначение калибра-скобы	$D_{\text{НОМ}}$	D_1	H	h	r	r_1	h_1	A	A_1	A_2	d	d_1	d_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8113–0301	185	320	245	85	115	137	42,5	85	122	135	40	32	22
8113–0302	190												
8113–0303	195												
8113–0304	200												
8113–0305	205												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8113-0306	210												
8113-0307	215												
8113-0308	220	350	265	90	130	151	45,0	87	132	149	45	36	25
8113-0309	225												
8113-0310	230												
8113-0311	240												
8113-0312	250	380	280	95	145	166	47,5	95	143	164	48	38	28
8113-0313	260												

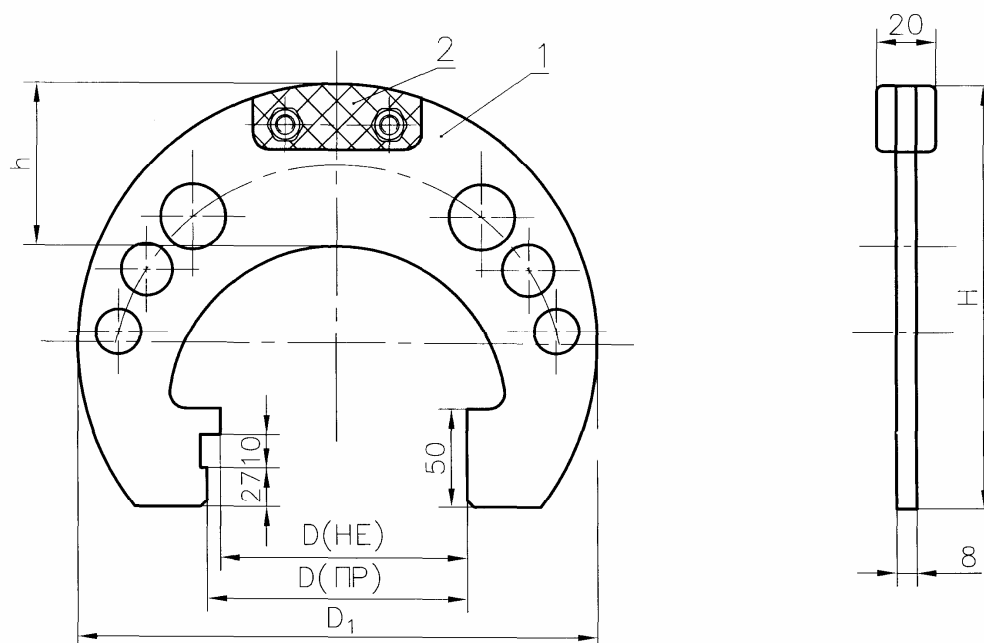


Рис. 2.13. Калибр-скоба односторонний двупредельный:

1 – корпус; 2 – ручка-накладка

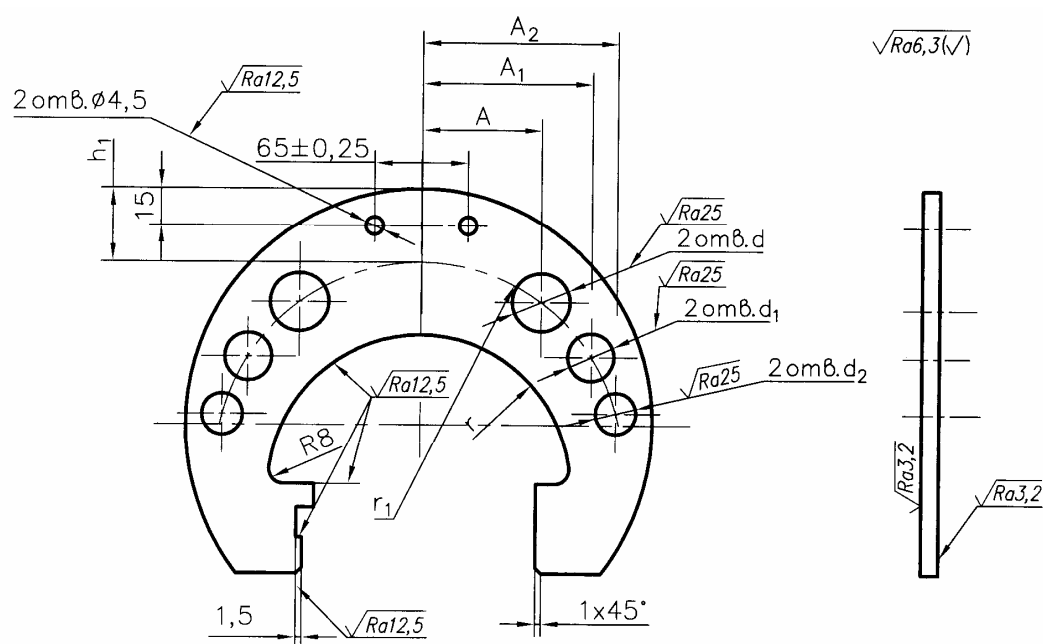


Рис. 2.14. Корпус калибра-скобы

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
со сменными губками для диаметров
свыше 100 до 180 мм (ГОСТ 18365–93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные со сменными губками для диаметров свыше 100 до 180 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 6-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и размеры калибров-скоб со сменными губками указаны на рис. 2.15 и 2.16 и в табл. 2.29.

Конструкция и размеры гладкой губки приведены на рис. 2.17 и в табл. 2.30.

Конструкция и размеры ступенчатой губки приведены на рис. 2.18 и в табл. 2.30.

Таблица 2.29

Основные размеры калибров-скоб со сменными губками
для диаметров свыше 100 до 180 мм, мм

Обозначение калибраскобы	$D_{\text{ном}}$	D_1	H	h	B	B_1	s	L		A	A_1	d	d_1	h_1	r	r_1
								но-мин.	пред.откл. по Н12							
8113–0401	102	215	170	65	19	12	7	118	+0,46	64	85	30	22	32,5	70	86
8113–0402	105							121	+0,53							
8113–0403	108							124								
8113–0404	110							126								
8113–0405	112							128								
8113–0406	115							131								
8113–0407	120							136								
8113–0408	125	240	185	70	19	12	7	141	+0,53	69	94	36	25	35	80	98
8113–0409	130							146								
8113–0410	135							151								
8113–0411	140							156								
8113–0412	145	265	200	75	20	13	8	161	+0,53	76	105	36	25	37,5	90	109
8113–0413	150							166								
8113–0414	155							171								
8113–0415	160							176								
8113–0416	165	285	215	80	20	13	8	181	+0,60	80	114	40	30	40	100	119
8113–0417	170							186								
8113–0418	175							191								
8113–0419	180							196								

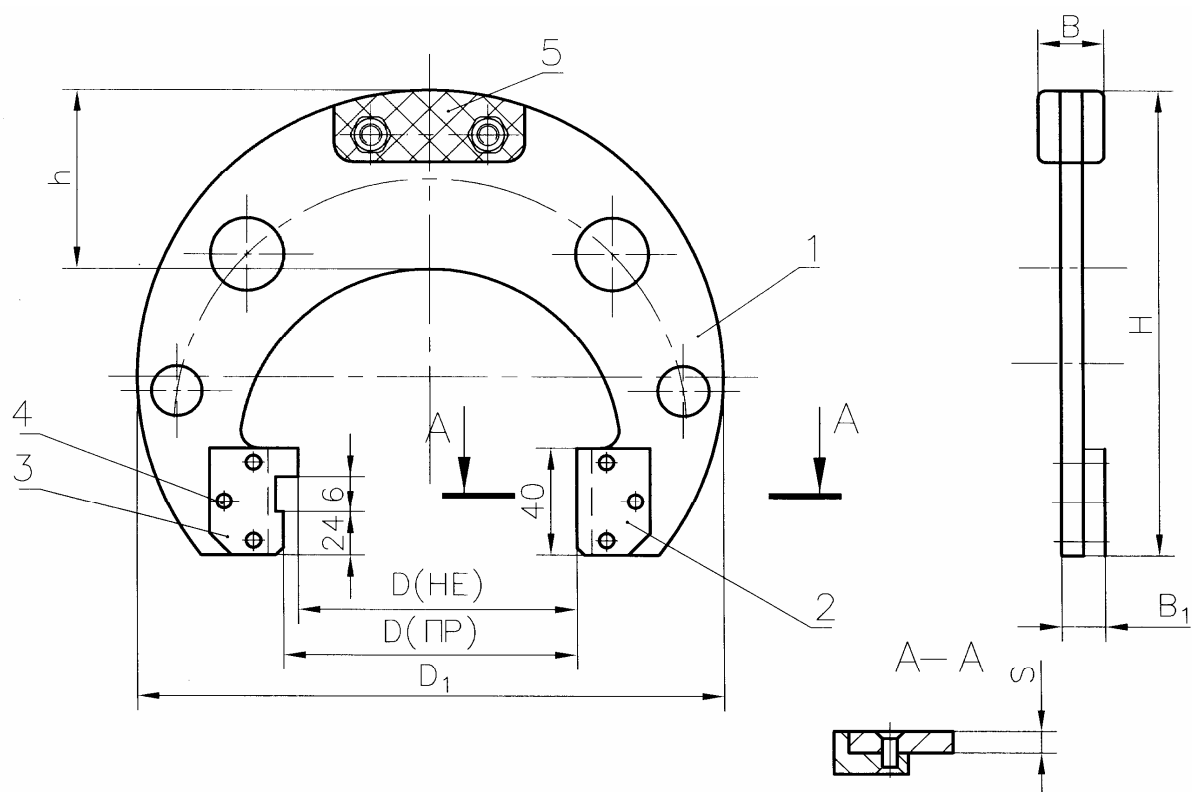


Рис. 2.15. Калибр-скоба со сменными губками:

1 – корпус; 2 – губка гладкая; 3 – губка ступенчатая; 4 – заклепка; 5 – ручка-накладка

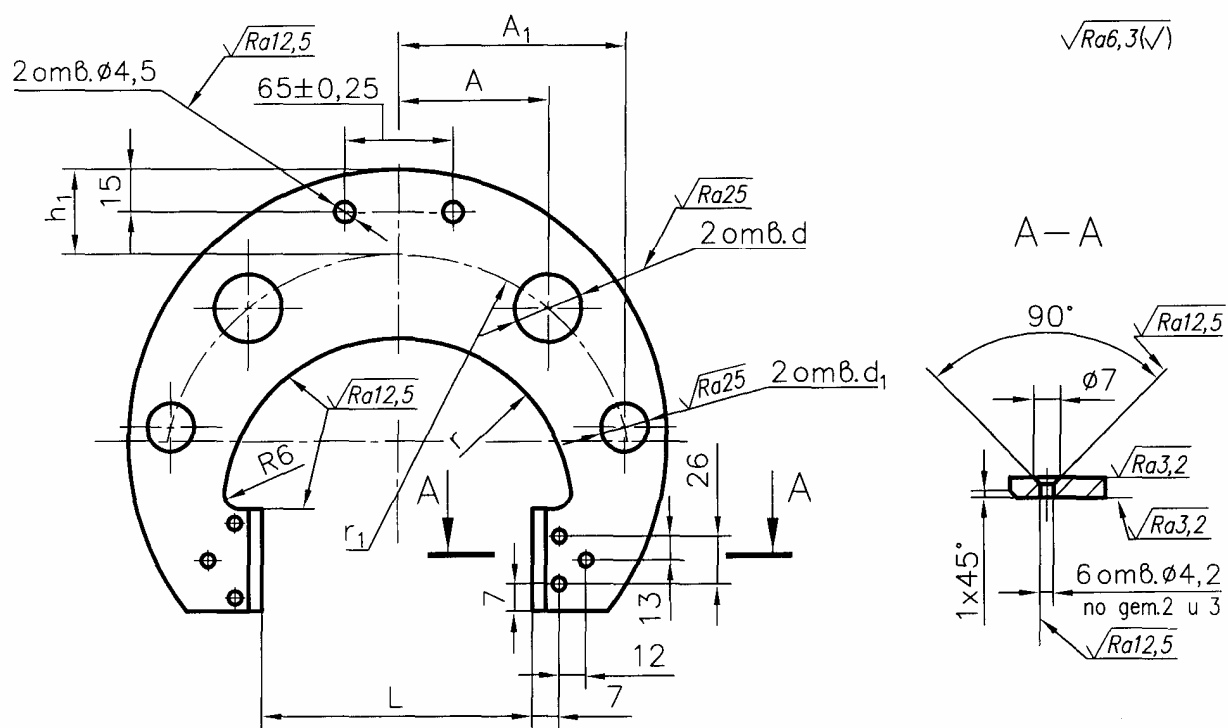


Рис. 2.16. Корпус калибра-скобы

Размеры губок

Обозначение гладкой губки	B, мм	Обозначение ступенчатой губки	B, мм
8113-0401/002	12	8113-0401/003	12
8113-0412/002	13	8113-0412/003	13

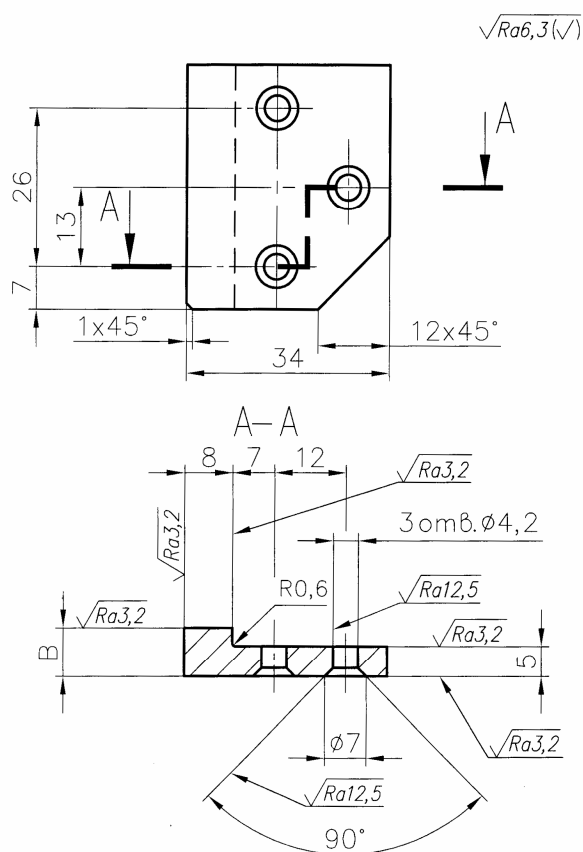


Рис. 2.17. Губка гладкая

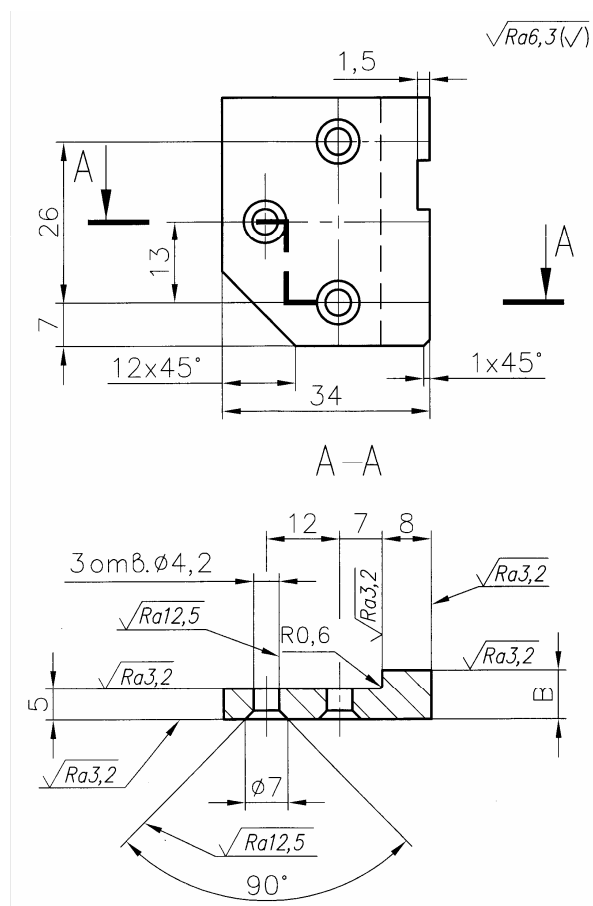


Рис. 2.18. Губка ступенчатая

**Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные
для диаметров свыше 180 до 360 мм (ГОСТ 18365-93)**

Калибры-скобы гладкие односторонние двупредельные для диаметров свыше 180 до 360 мм применяются для контроля валов с полями допусков по ЕСДП 8-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и основные размеры калибров-скоб со сменными губками указаны на рис. 2.19 и в табл. 2.31.

Конструкция и размеры корпуса указаны на рис. 2.20 и в табл. 2.32.

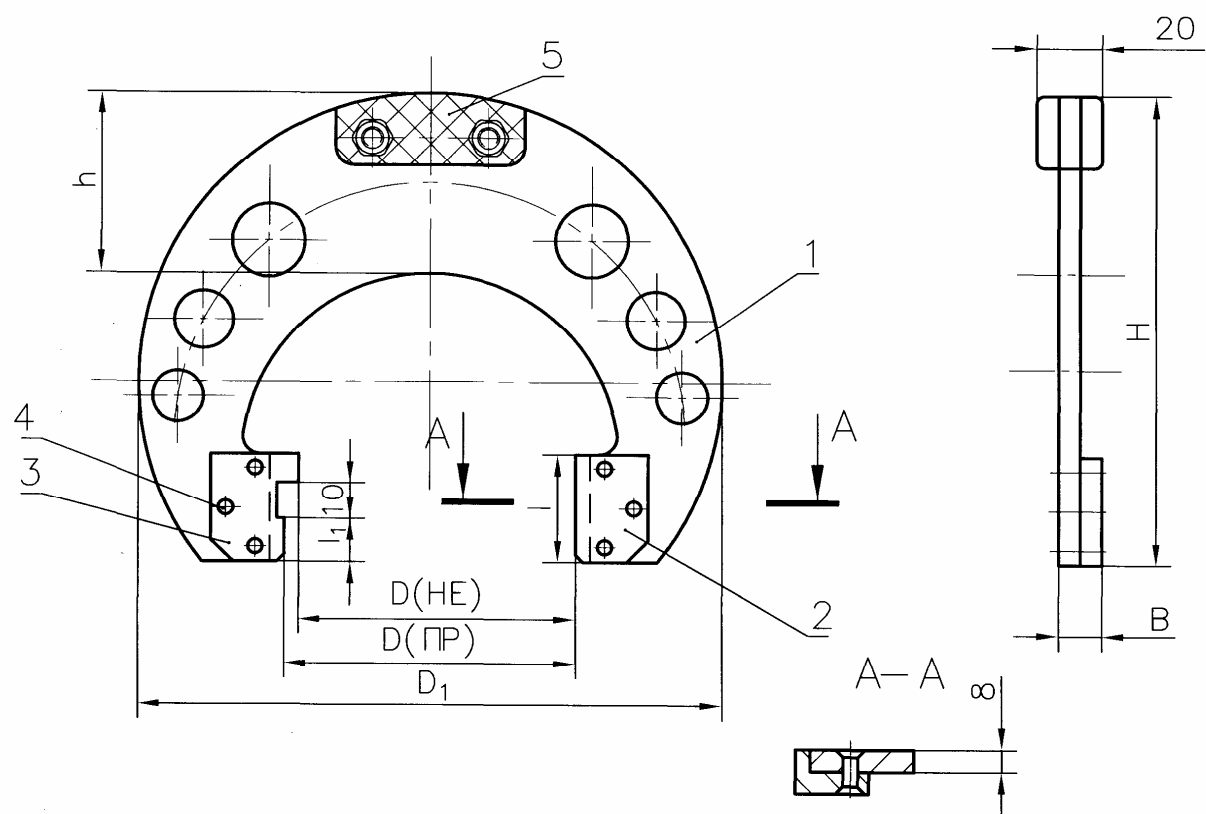


Рис. 2.19. Калибр-скоба со сменными губками:

1 – корпус; 2 – губка гладкая; 3 – губка ступенчатая; 4 – заклепка; 5 – ручка-накладка

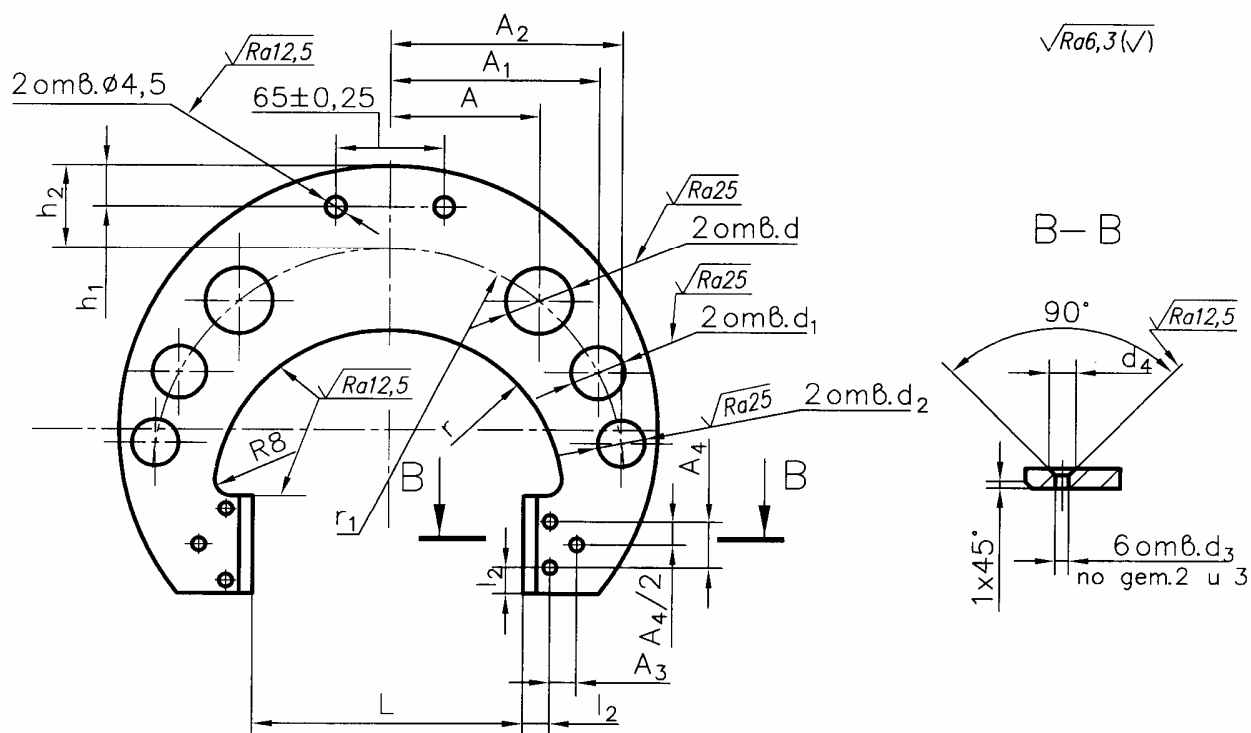


Рис. 2.20. Корпус калибра-скобы

Таблица 2.31

Основные размеры калибров-скоб односторонних двупредельных
для диаметров свыше 180 до 360 мм, мм

Обозначение калибра- скобы	$D_{\text{НОМ}}$	D_1	H	h	B	l	l_1
8113–0501	185	320	245	85	13	50	27
8113–0502	190						
8113–0503	195						
8113–0504	200						
8113–0505	205						
8113–0506	210	350	265	90	13	50	27
8113–0507	215						
8113–0508	220						
8113–0509	225						
8113–0510	230						
8113–0511	240	380	280	95	13	50	27
8113–0512	250						
8113–0513	260						
8113–0514	270	420	310	100	14	60	35
8113–0515	280						
8113–0516	290						
8113–0517	300	450	330	105	14	60	35
8113–0518	310						
8113–0519	320						
8113–0520	330	490	355	110	14	60	35
8113–0521	340						
8113–0522	350						
8113–0523	360						

Таблица 2.32

Размеры корпуса калибра-скобы, мм

Обозначение корпусов	L		A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	l ₂	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	h ₁	h ₂	r	r ₁
	номин.	пред. откл. по Н12															
8113-0501/001	205	+0,60	85	122	135	12	36	7	40	32	22	4,2	7,0	15	42,5	115	137
8113-0502/001	210																
8113-0503/001	215																
8113-0504/001	220																
8113-0505/001	225																
8113-0506/001	230	+0,60	87	132	149	12	36	7	45	36	25	4,2	7,0	15	45,0	130	151
8113-0507/001	235																
8113-0508/001	240																
8113-0509/001	245																
8113-0510/001	250																
8113-0511/001	260	+0,68	95	143	164	12	36	7	48	38	28	4,2	7,0	15	47,5	145	166
8113-0512/001	270																
8113-0513/001	280																
8113-0514/001	294																
8113-0515/001	304	+0,68	95	149	178	14	42	9	50	42	32	5,2	8,8	20	50,0	165	185
8113-0516/001	314																
8113-0517/001	324																
8113-0518/001	334																
8113-0519/001	344	+0,76	102	162	193	14	42	9	52	45	36	5,2	8,8	20	52,5	175	198
8113-0520/001	354																
8113-0521/001	364																
8113-0522/001	374																
8113-0523/001	384		110	176	212	14	42	9	55	48	36	5,2	8,8	20	55,0	195	217

Конструкция и размеры гладкой губки указаны на рис. 2.21 и в табл. 2.33.

Конструкция и размеры ступенчатой губки указаны на рис. 2.22 и в табл. 2.33.

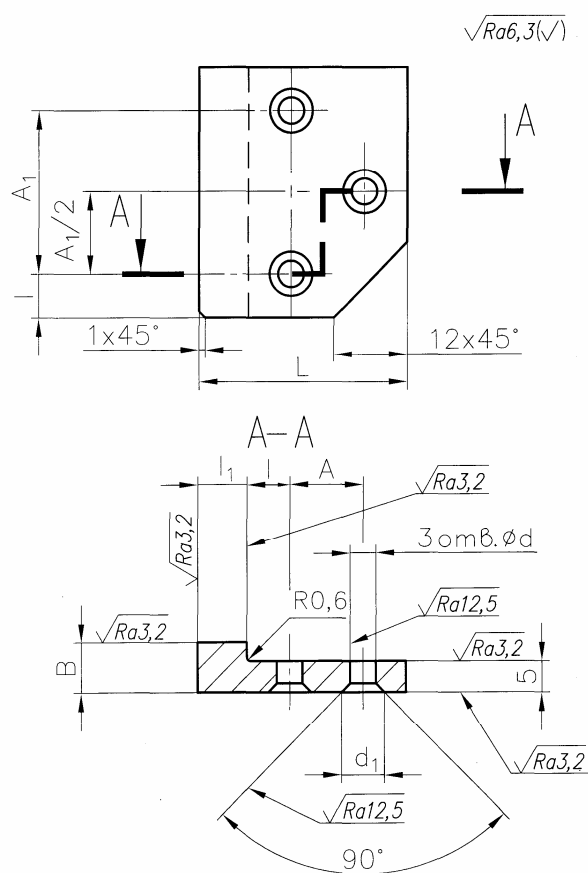


Рис. 2.21. Губка гладкая

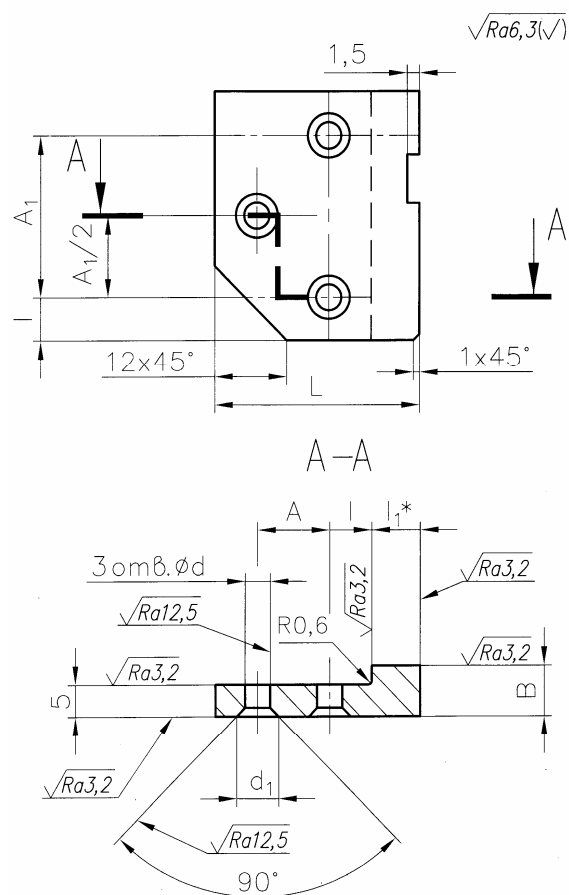


Рис. 2.22. Губка ступенчатая

Таблица 2.33

Размеры губок, мм

A	A_1	B	L	l	l_1	d	d_1
12	36	13	36	7	10	4,2	7,0
14	42	14	44	9	12	5,2	8,8

Ручки-накладки для калибров-скоб (ГОСТ 18369–73)

Ручки-накладки применяются к калибрам-скобам для контроля валов диаметром свыше 20 до 360 мм.

Конструкция и основные размеры ручек-накладок указаны на рис. 2.23 и 2.24 и в табл. 2.34.

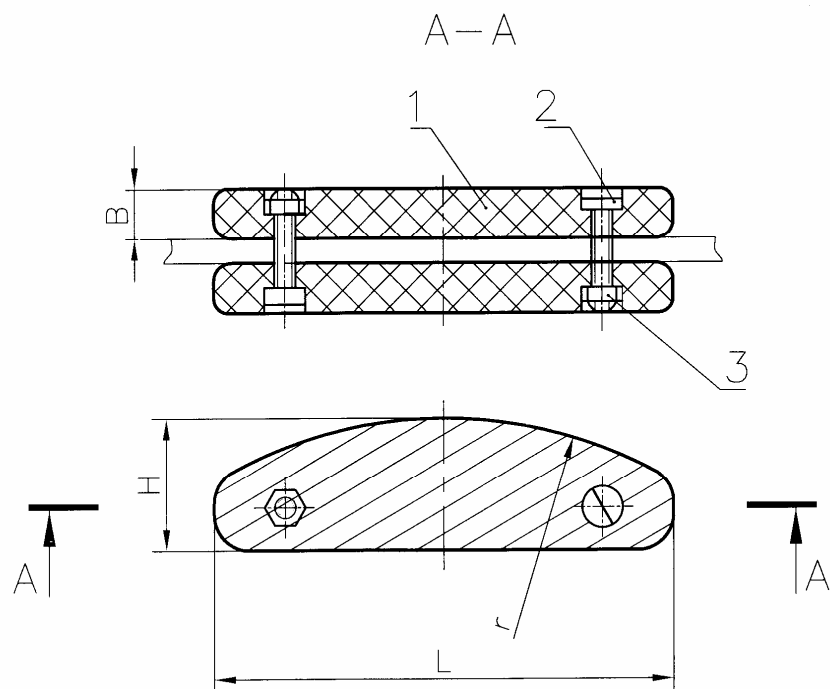


Рис. 2.23. Ручка-накладка:
1 – накладка; 2 – винт; 3 – гайка

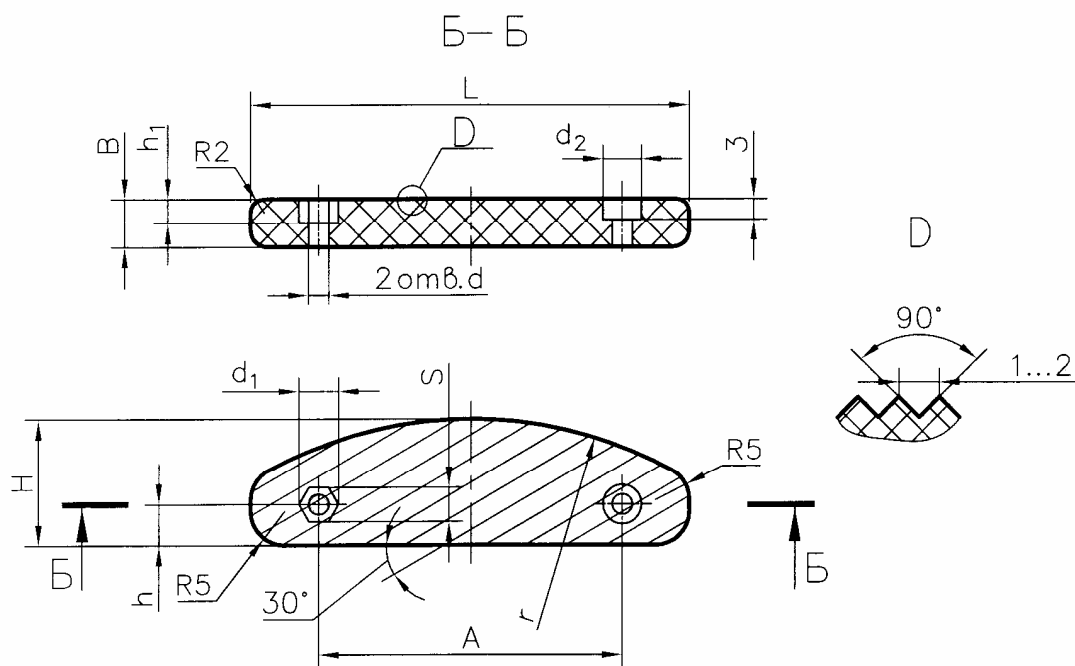


Рис. 2.24. Накладка

Таблица 2.34

Основные размеры ручек-накладок, мм

Обозначение ручек-накладок	L	H	B	h	h_1	r	A^*	d	d_1	d_2	S	
											но-мин.	пред.откл.
8056–0011	25	14	5	7	3	32	12	3,5	6,0	6	5,5	+0,24 +0,08
8056–0012	32	18		9		45	18					
8056–0013	40		60	8	4	37	24	4,5	7,7	8	7,0	+0,30 +0,10
8056–0014	60					70	40					
8056–0015						–	–					
8056–0016	80		22	9		108	55					
8056–0017	90		25	10			65					
8056–0018				–		–						
8056–0019	100		30	15		142	65					
8056–0020				–		–						
8056–0021		36		16		210	65					

* Предельное отклонение $\pm 0,25$ мм.

Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих – по Н14, охватываемых – по h14, остальных – по $\pm \frac{IT14}{2}$.

Накладки изготавливают из фенопласта марки 03–010–02 по ГОСТ 5689–79. Допускается применение других материалов, не уступающих по своим механическим свойствам фенопласту.

2.2.2. Виды калибров-пробок для контроля отверстий

Различают следующие виды гладких калибров-пробок для контроля отверстий и соответствующие им пределы контролируемых параметров:

- двусторонние со вставками от 1 до 6 мм и от 3 до 50 мм;
- проходные и непроходные со вставками от 1 до 6 мм;
- двусторонние с неполными непроходными вставками от 6 до 50 мм;
- проходные и непроходные со вставками от 50 до 75 мм;
- непроходные с неполными вставками от 50 до 75 мм;
- проходные и непроходные с насадками от 50 до 100 мм;

- штампованные проходные и непроходные с насадками от 50 до 100 мм;
- штампованные проходные неполные от 100 до 160 мм;
- штампованные непроходные неполные от 75 до 160 мм;
- проходные неполные от 100 до 360 мм;
- непроходные неполные от 75 до 300 мм;
- проходные и непроходные неполные с накладками от 160 до 360 мм;
- односторонние листовые от 50 до 250 мм.

**Калибры-пробки гладкие двусторонние
со вставками диаметром от 1 до 6 мм (ГОСТ 14807–69)**

Калибры-пробки гладкие двусторонние предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких двусторонних калибров-пробок диаметром от 1 до 6 мм приведены на рис. 2.25 и в табл. 2.35.

Конструкция и размеры вставки ПР приведены на рис. 2.26 и в табл. 2.36.

Конструкция и размеры вставки НЕ приведены на рис. 2.27 и в табл. 2.37.

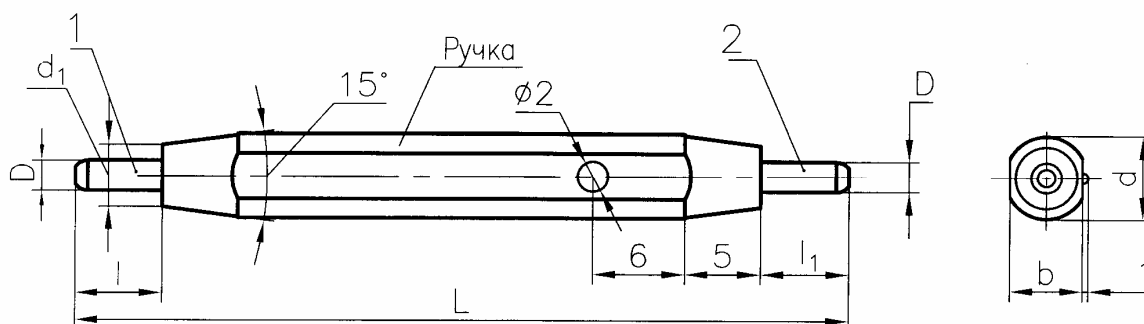


Рис. 2.25. Калибр-пробка гладкий двусторонний:

1 – вставка ПР; 2 – вставка НЕ

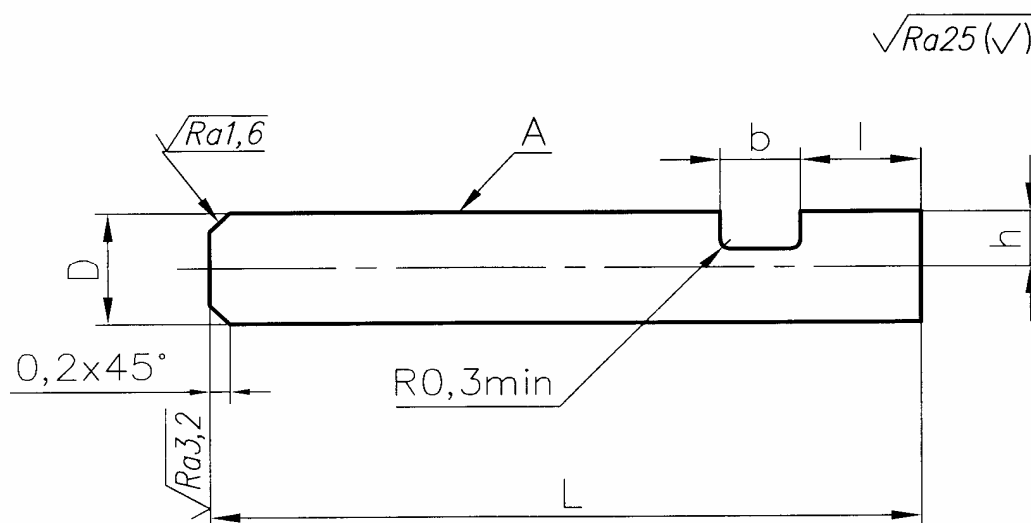


Рис. 2.26. Вставка ПР

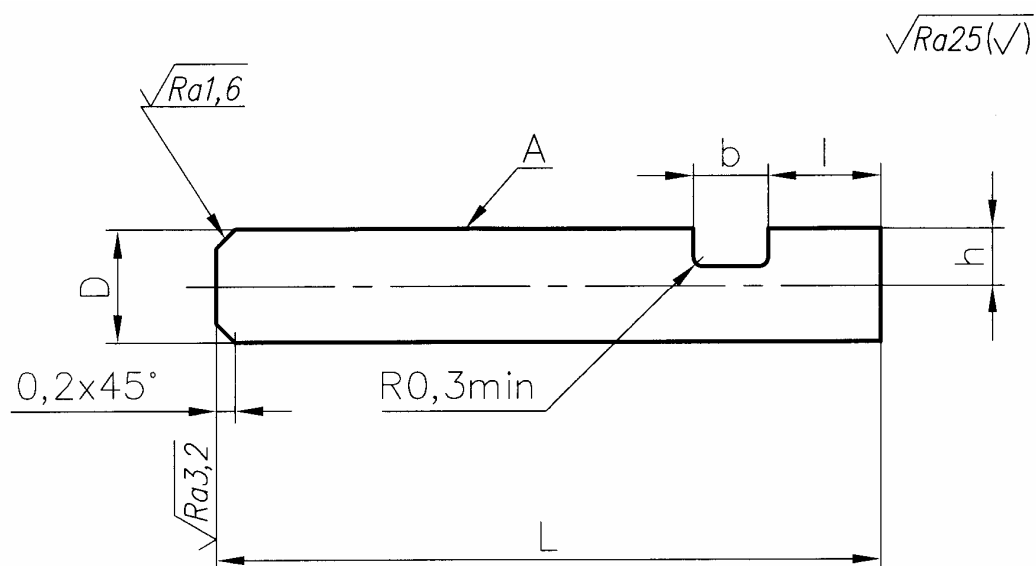


Рис. 2.27. Вставка НЕ

Таблица 2.35

Размеры гладких двусторонних калибров-пробок
со вставками диаметром от 1 до 6 мм, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{ном}$	L	d	d_1	l	l_1	b
1	2	3	4	5	6	7	8
8133-0601	1,00	59	8,0	5,5	8	6	7,0
8133-0602	1,05						
8133-0603	1,10						
8133-0604	1,15						
8133-0605	1,20						
8133-0606	1,30						
8133-0607	1,40						
8133-0608	1,50						
8133-0609	1,60						
8133-0610	1,70						
8133-0611	1,80						
8133-0612	1,90						
8133-0613	2,00						
8133-0614	2,10						
8133-0615	2,20						
8133-0616	2,40						
8133-0617	2,50						
8133-0618	2,60						
8133-0619	2,80						
8133-0620	3,00						

Окончание табл. 2.35

1	2	3	4	5	6	7	8
8133–0621	3,20	61	10,5	8,0	9	7	9,7
8133–0622	3,40						
8133–0623	3,50						
8133–0624	3,60						
8133–0625	3,80						
8133–0626	4,00						
8133–0627	4,20						
8133–0628	4,50						
8133–0629	4,80						
8133–0630	5,00						
8133–0634	5,30						
8133–0635	5,60						
8133–0633	6,00						

Таблица 2.36

Размеры вставок ПР, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h			
1,0	14	2	1,6	0,3	1,9	16	2	1,6	0,6	3,5	18	3	2	1,0			
1,05					2,0					3,6				1,2			
1,1					2,1					3,8							
1,15					2,2					4,0							
1,2				0,4	2,4		3	2	0,8	4,2					1,6		
1,3	16				2,5					4,5							
1,4					2,6					4,8							
1,5					2,8					5,0							
1,6	0,5			3,0	18				1,0	5,3							
1,7				3,2						5,6							
1,8				3,4						6,0							
	0,6																

Таблица 2.37

Размеры вставок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	b	h
1,0	12	2	1,6	0,3	1,9	14	2	1,6	0,6	3,5	16	3	2	1,0
1,05					2,0					3,6				1,2
1,1					2,1		3,8							
1,15					2,2		4,0							
1,2				0,4	2,4		3	2	0,8	4,2				1,6
1,3	2,5				4,5									
1,4	2,6				4,8									
1,5	2,8				5,0									
1,6	0,5			3,0	16	1,0			5,3	1,6				
1,7				3,2					5,6					
1,8				3,4					6,0					
									0,6					

**Калибры-пробки гладкие проходные
со вставками диаметром от 1 до 6 мм (ГОСТ 14808–69)**

Калибры-пробки гладкие проходные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных калибров-пробок со вставками приведены на рис. 2.28 и в табл. 2.38.

Вставка ПР изготавливается по ГОСТ 14807–84 (см. рис. 2.26, табл. 2.36).

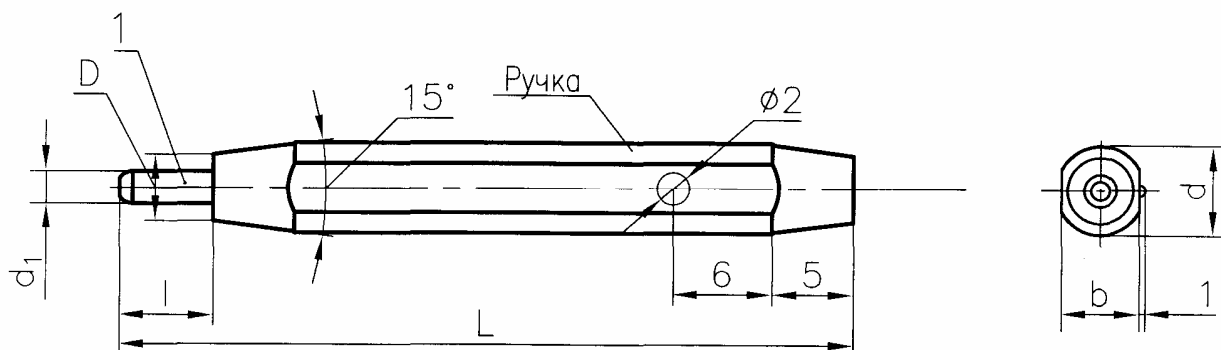


Рис. 2.28. Калибр-пробка гладкий проходной (1 – вставка ПР)

**Калибры-пробки гладкие непроходные
со вставками диаметром от 1 до 6 мм (ГОСТ 14809–69)**

Калибры-пробки гладкие непроходные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных калибров-пробок со вставками приведены на рис. 2.29 и в табл. 2.39.

Вставка НЕ изготавливается по ГОСТ 14807–84 (см. рис. 2.27, табл. 2.37).

Технические требования и маркировка – по ГОСТ 2015–84.

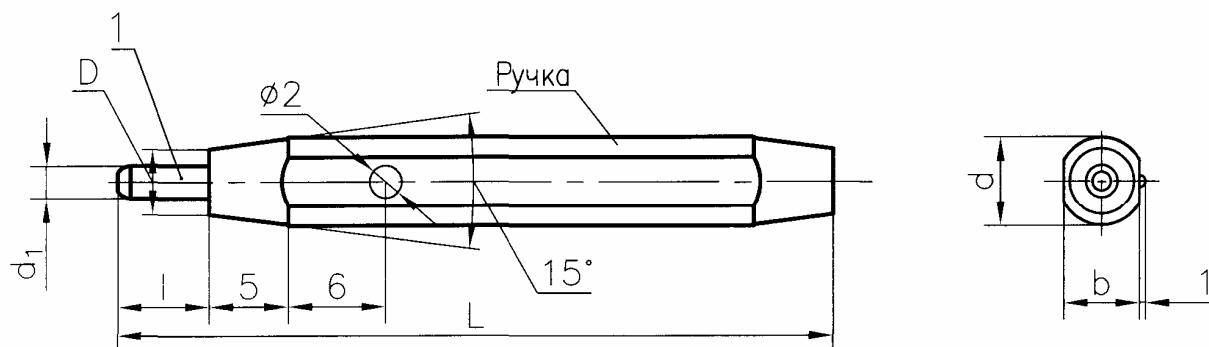


Рис. 2.29. Калибр-пробка гладкий непроходной (1 – вставка НЕ)

Таблица 2.38

Размеры гладких проходных калибров-пробок со вставками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d	d_1	l	b
8133-0701	1,00	53	8,0	5,5	8	7,0
8133-0702	1,05					
8133-0703	1,10					
8133-0704	1,15					
8133-0705	1,20					
8133-0706	1,30					
8133-0707	1,40					
8133-0708	1,50					
8133-0709	1,60					
8133-0710	1,70					
8133-0711	1,80					
8133-0712	1,90					
8133-0713	2,00					
8133-0714	2,10					
8133-0715	2,20					
8133-0716	2,40					
8133-0717	2,50					
8133-0718	2,60					
8133-0719	2,80					
8133-0720	3,00					
8133-0721	3,2	54	10,5	8	9	9,7
8133-0722	3,4					
8133-0723	3,5					
8133-0724	3,6					
8133-0725	3,8					
8133-0726	4,0					
8133-0727	4,2					
8133-0728	4,5					
8133-0729	4,8					
8133-0730	5,0					
8133-0734	5,3					
8133-0735	5,6					
8133-0733	6,0					

Таблица 2.39

Размеры непроходных калибров-пробок со вставками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d	d_1	l	b
8133–0801	1,00	51	8,0	5,5	6	7,0
8133–0802	1,05					
8133–0803	1,10					
8133–0804	1,15					
8133–0805	1,20					
8133–0806	1,30					
8133–0807	1,40					
8133–0808	1,50					
8133–0809	1,60					
8133–0810	1,70					
8133–0811	1,80					
8133–0812	1,90					
8133–0813	2,00					
8133–0814	2,10					
8133–0815	2,20					
8133–0816	2,40					
8133–0817	2,50					
8133–0818	2,60					
8133–0819	2,80					
8133–0820	3,00					
8133–0821	3,2	52	10,5	8,0	7	9,7
8133–0822	3,4					
8133–0823	3,5					
8133–0824	3,6					
8133–0825	3,8					
8133–0826	4,0					
8133–0827	4,2					
8133–0828	4,5					
8133–0829	4,8					
8133–0830	5,0					
8133–0834	5,3					
8133–0835	5,6					
8133–0833	6,0					

**Калибры-пробки гладкие двусторонние
со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм (ГОСТ 14810–69)**

Гладкие двусторонние калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких двусторонних калибров-пробок со вставками приведены на рис. 2.30 и в табл. 2.40.

Конструкция и размеры вставок ПР приведены на рис. 2.31 и в табл. 2.41.

Конструкция и размеры вставок НЕ приведены на рис. 2.32 и в табл. 2.42.

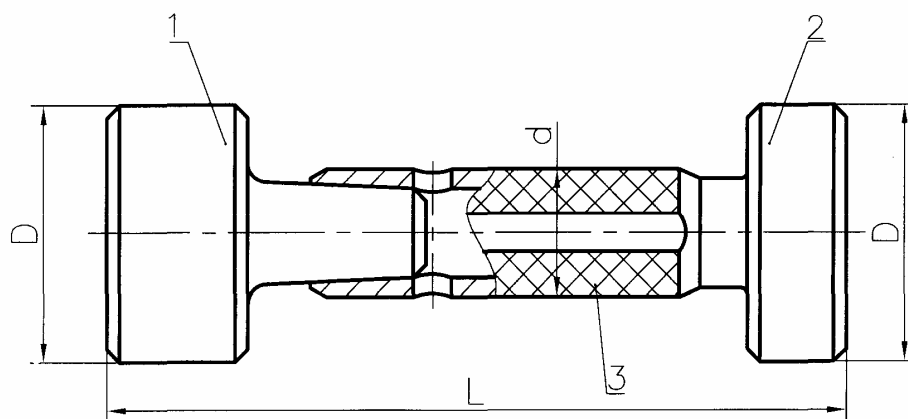


Рис. 2.30. Калибр-пробка гладкий двусторонний со вставками:

1 – вставка ПР; 2 – вставка НЕ; 3 – ручка

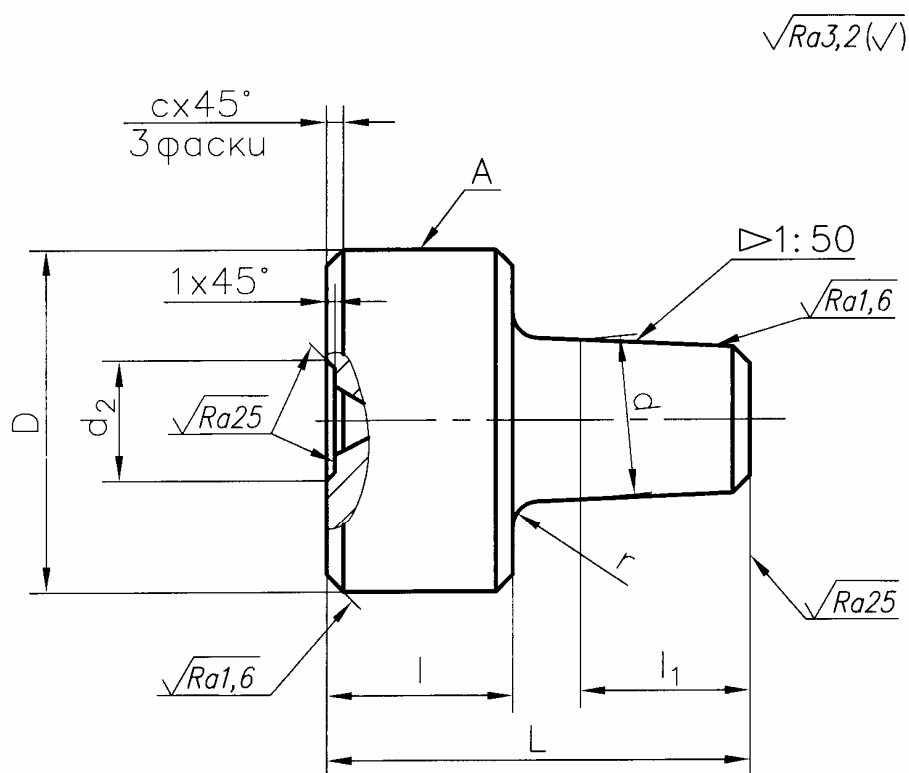


Рис. 2.31. Вставка ПР

Таблица 2.40

Размеры гладких двусторонних калибров-пробок со вставками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d
8133–0901	3,2	66	6	8133–0931	17	102	13
8133–0902	3,4			8133–0932	18		
8133–0903	3,5			8133–0933	19	114	16
8133–0904	3,6			8133–0934	20		
8133–0905	3,8			8133–0935	21		
8133–0906	4,0			8133–0936	22		
8133–0907	4,2			8133–0937	23		
8133–0908	4,5			8133–0938	24		
8133–0909	4,8			8133–0939	25	132	20
8133–0910	5,0			8133–0940	26		
8133–0963	5,3			8133–0941	27		
8133–0964	5,6			8133–0942	28		
8133–0913	6,0			8133–0943	29		
8133–0914	6,3	76	8	8133–0944	30	140	24
8133–0915	6,5			8133–0945	31		
8133–0965	6,7			8133–0946	32		
8133–0916	7,0			8133–0947	33		
8133–0966	7,1			8133–0948	34		
8133–0917	7,5			8133–0949	35		
8133–0918	8,0			8133–0950	36		
8133–0919	8,5			8133–0951	37		
8133–0920	9,0			8133–0952	38		
8133–0921	9,5			8133–0953	39		
8133–0922	10,0			8133–0954	40		
8133–0923	10,5	86	10	8133–0955	41	161	28
8133–0924	11,0			8133–0956	42		
8133–0925	11,5			8133–0957	44		
8133–0926	12,0			8133–0958	45		
8133–0927	13,0			8133–0959	46		
8133–0928	14,0			8133–0960	47		
8133–0929	15,0			8133–0961	48		
8133–0930	16,0	102	13	8133–0962	50		

Таблица 2.41

Размеры вставок ПР, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	d^*	d_2	l	l_1	c	r	$D_{\text{НОМ}}$	L	d^*	d_2	l	l_1	c	r		
3,2	23,5	2,5	—	8	11,5	0,2	0,5	17	33	8	—	12	15	0,4	1,6		
3,4								18									
3,5								19								35	11
3,6								20									
3,8								21									
4,0								22									
4,2								23									
4,5								24									
4,8								25	43	15		16	19				
5,0								26									
5,3								27									
5,6								28									
6,0								29									
6,3	26	4		10	12	0,4	0,5	30	50	18		12	20	21	3,0		
6,5								31									
6,7								32									
7,0								33									
7,1								34									
7,5								35									
8,0								36									
8,5								37									
9,0								38									
9,5								39									
10,0								40									
10,5	29	6		14	14	1,0	1,0	41	59	21	15	25	24	0,4	3,0		
11,0								42									
11,5								44									
12,0								45									
13,0								46									
14,0								47									
15,0	33	8		12	15	1,6	1,6	48									
16,0								50									

* Предельное отклонение по h9.

Таблица 2.42

Размеры вставок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	d^*	d_2	l	l_1	c	r	$D_{\text{НОМ}}$	L	d^*	d_2	l	l_1	c	r
3,2	20,5	2,5	—	5	11,5	0,2	0,5	17	29	8	—	8	15,0	0,4	1,6
3,4								18							
3,5								19							
3,6								20							
3,8								21	31	11			8		16,0
4,0								22							
4,2								23							
4,5								24							
4,8								25	37	15		10	19,0		2,0
5,0								26							
5,3								27							
5,6								28							
6,0								29							
6,3	30	42		18	12	12	21,0	3,0							
6,5	31														
6,7	32														
7,0	33														
7,1	34														
7,5	35														
8,0	36														
8,5	37														
9,0	38														
9,5	39														
10,0	40														
10,5	25	6		6	14,0	0,4	1,0	41	50	21	15	16	24,0	24,0	
11,0								42							
11,5								44							
12,0								45							
13,0								46							
14,0								47							
15,0	29	8	8	15,0	1,6	48									
16,0						50									

* Предельное отклонение по h9.

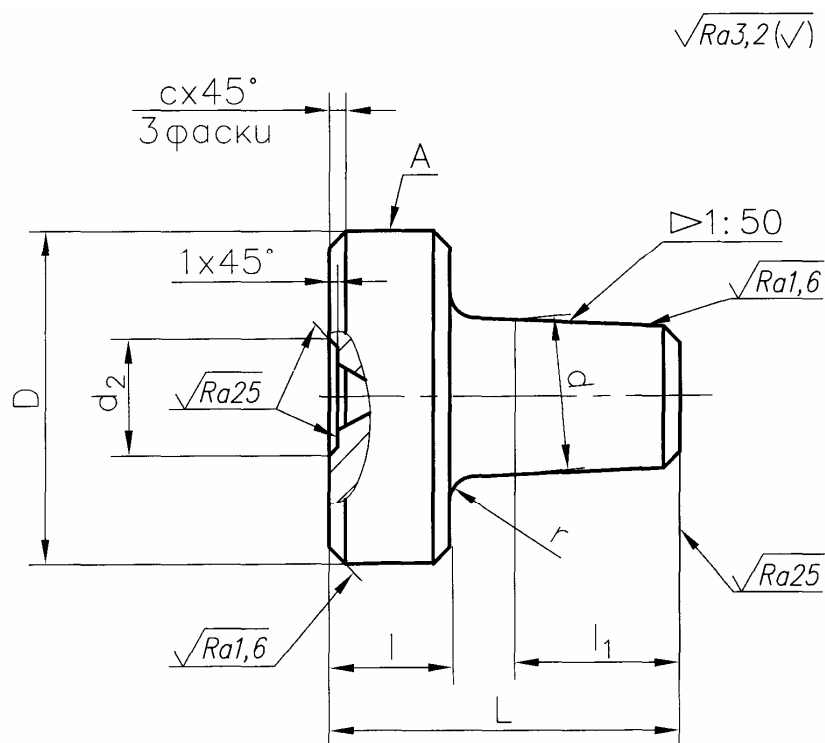


Рис. 2.32. Вставка НЕ

**Калибры-пробки гладкие двусторонние
с неполными непроходными вставками
диаметром свыше 6 до 50 мм (ГОСТ 14811–69)**

Гладкие двусторонние калибры-пробки с неполными непроходными вставками предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП 6–9-го квалитетов.

Конструкция и размеры гладких двусторонних калибров-пробок с неполными непроходными вставками приведены на рис. 2.33 и в табл. 2.43. Конструкция и размеры неполных вставок НЕ указаны на рис. 2.34 и в табл. 2.44.

Вставка ПР изготавливается в соответствии с ГОСТ 14810–69 (см. рис. 2.31, табл. 2.41).

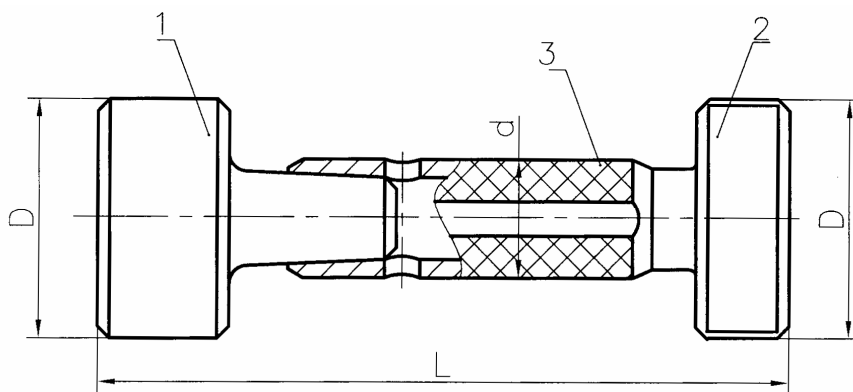


Рис. 2.33. Калибр-пробка гладкий двусторонний с неполной вставкой НЕ:

1 – вставка ПР; 2 – вставка НЕ; 3 – ручка

Таблица 2.43

Размеры гладких двусторонних калибров-пробок
с неполными непроходными вставками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	d
8133–1001	6,3	76	8	8133–1025	24	114	16
8133–1002	6,5			8133–1026	25	132	20
8133–1050	6,7			8133–1027	26		
8133–1003	7,0			8133–1028	27		
8133–1051	7,1			8133–1029	28		
8133–1004	7,5			8133–1030	29		
8133–1005	8,0			8133–1031	30		
8133–1006	8,5			8133–1032	31	140	24
8133–1007	9,0			8133–1033	32		
8133–1008	9,5			8133–1034	33		
8133–1009	10,0			8133–1035	34		
8133–1010	10,5	86	10	8133–1036	35		
8133–1011	11,0			8133–1037	36		
8133–1012	11,5			8133–1038	37		
8133–1013	12,0			8133–1039	38		
8133–1014	13,0			8133–1040	39		
8133–1015	14,0			8133–1041	40		
8133–1016	15,0	102	13	8133–1042	41	161	28
8133–1017	16,0			8133–1043	42		
8133–1018	17,0			8133–1044	44		
8133–1019	18,0			8133–1045	45		
8133–1020	19,0	114	16	8133–1046	46		
8133–1021	20,0			8133–1047	47		
8133–1022	21,0			8133–1048	48		
8133–1023	22,0			8133–1049	50		
8133–1024	23,0						

Таблица 2.44

Размеры неполных вставок НЕ, мм

D_{HOM}	L	d^*	d_2	l	l_1	b	r	D_{HOM}	L	d^*	d_2	l	l_1	b	r			
6,3	22	4	—	6	12	4	0,5	24	31	11	—	8	16	6	2			
6,5								37	15	10		19	6			2		
6,7																		
7,0																		
7,1																		
7,5																		
8,0																		
8,5								42	18	12	12	21	8	3				
9,0																		
9,5																		
10,0																		
10,5	25	6			—	14	5	1	35	42	18	12	12	21	8	3		
11,0																		
11,5																		
12,0																		
13,0																		
14,0																		
15,0	29	8		8		15	1,6	41	50	21	15	16	24	8	3			
16,0																		
17,0																		
18,0																		
19,0	31	11				—	8	16	6	2	46	50	21	15	16	24	8	3
20,0																		
21,0																		
22,0																		
23,0																		
24,0																		

* Предельное отклонение по h9.

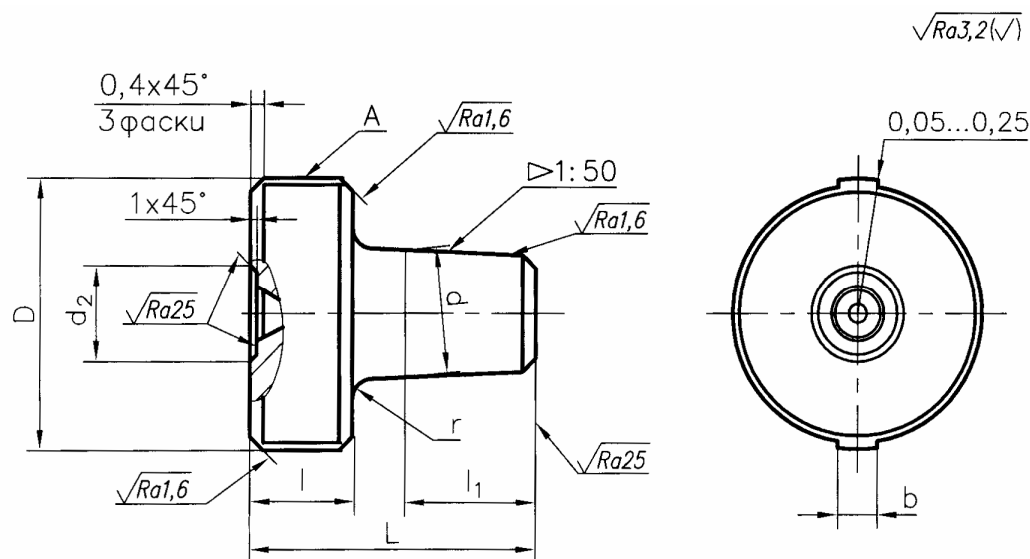


Рис. 2.34. Неполная вставка НЕ

**Калибры-пробки гладкие проходные
со вставками диаметром свыше 50 до 75 мм (ГОСТ 14812–69)**

Гладкие проходные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных калибров-пробок со вставками ПР приведены на рис. 2.35 и в табл. 2.45.

Конструкция и размеры вставки ПР приведены на рис. 2.36 и в табл. 2.46.

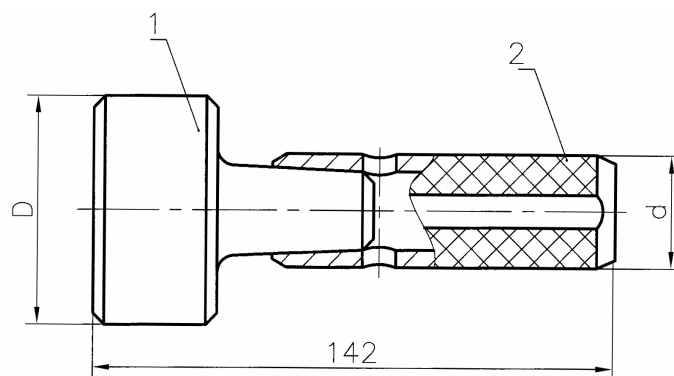


Рис. 2.35. Калибр-пробка гладкий проходной со вставкой ПР:

1 – вставка; 2 – ручка

Таблица 2.45

Размеры гладких проходных калибров-пробок со вставками ПР, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{ном}}$	d	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{ном}}$	d	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{ном}}$	d
8133–1101	52		8133–1104	60		8133–1109	70	28
8133–1112	53		8133–1105	62		8133–1115	71	
8133–1102	55	28	8133–1106	63	28	8133–1110	72	32
8133–1113	56		8133–1107	65		8133–1111	75	
8133–1103	58		8133–1114	67				

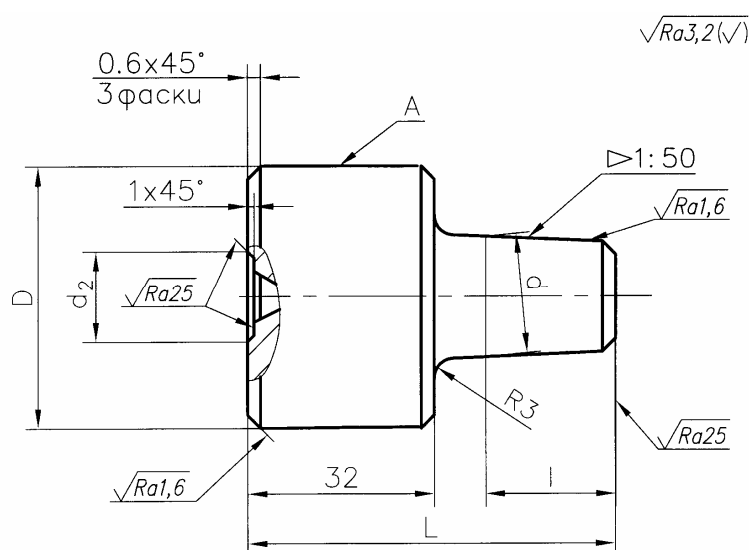


Рис. 2.36. Вставка ПР

Таблица 2.46

Размеры вставок ПР, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	l	d^*	d_2	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	d^*	d_2	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	d^*	d_2
52					60					70	66	24	21	20
53					62					71				
55	66	24	21	20	63	66	24	21	20	72	72	30	24	25
56					65					75				
58					67									

* Предельное отклонение по h9.

**Калибры-пробки гладкие непроходные
со вставками диаметром свыше 50 до 75 мм (ГОСТ 14813–69)**

Гладкие непроходные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных калибров-пробок со вставками приведены на рис. 2.37 и в табл. 2.47.

Конструкция и размеры вставок НЕ приведены на рис. 2.38 и в табл. 2.48.

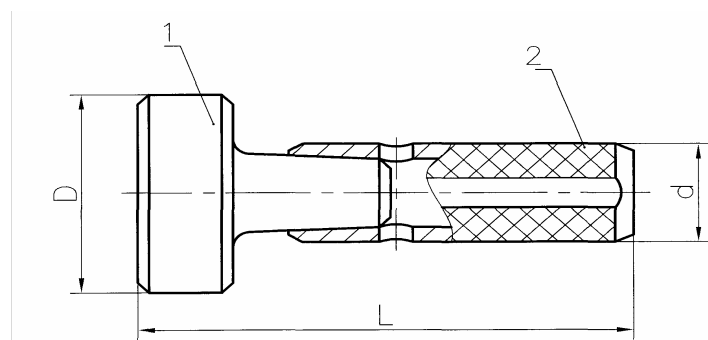


Рис. 2.37. Калибр-пробка гладкий непроходной со вставкой:

1 – вставка; 2 – ручка

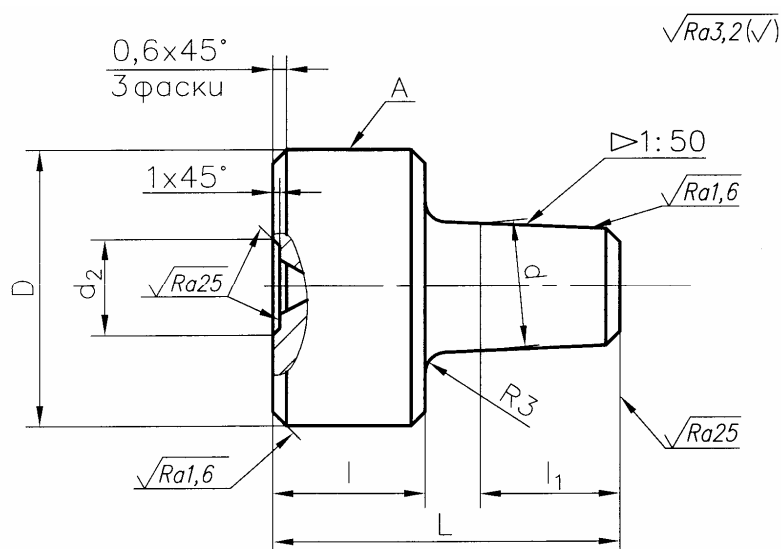


Рис. 2.38. Вставка НЕ

Таблица 2.47

Размеры гладких непроходных калибров-пробок со вставками НЕ, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	d	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	d	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	d
8133–1151	52	130	28	8133–1154	60	130	28	8133–1159	70	131	28
8133–1162	53			8133–1155	62	131		8133–1165	71	132	32
8133–1152	55			8133–1156	63			8133–1160	72		
8133–1163	56			8133–1157	65			8133–1161	75		
8133–1153	58			8133–1164	67						

Таблица 2.48

Размеры вставок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	l	l_1	d^*	d_2	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	l_1	d^*	d_2
52	54	20	24	21	20	63	55	21	24	21	20
53						65					
55						67					
56						70					
58						71					
60	55	21				72	62	22	30	24	25
62						75					

* Предельное отклонение по h9.

**Калибры-пробки гладкие непроходные с неполными вставками
диаметром свыше 50 до 75 мм (ГОСТ 14814–69)**

Калибры-пробки гладкие предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП 6–9-го квалитетов.

Конструкция гладких непроходных калибров-пробок с неполными вставками приведена на рис. 2.39, размеры – в табл. 2.47.

Конструкция и размеры вставок НЕ приведены на рис. 2.40 и в табл. 2.49.

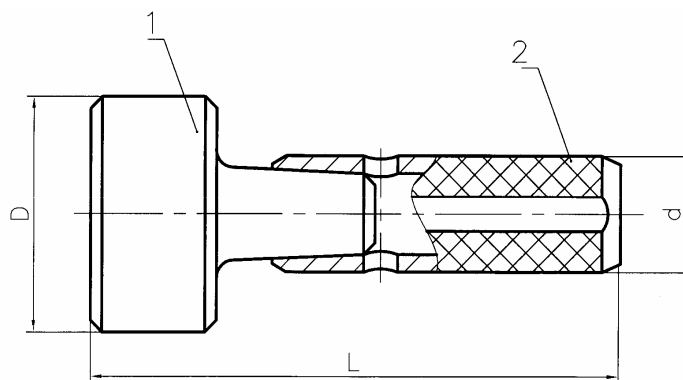


Рис. 2.39. Гладкий непроходной калибр-пробка с неполной вставкой:

1 – вставка НЕ; 2 – ручка

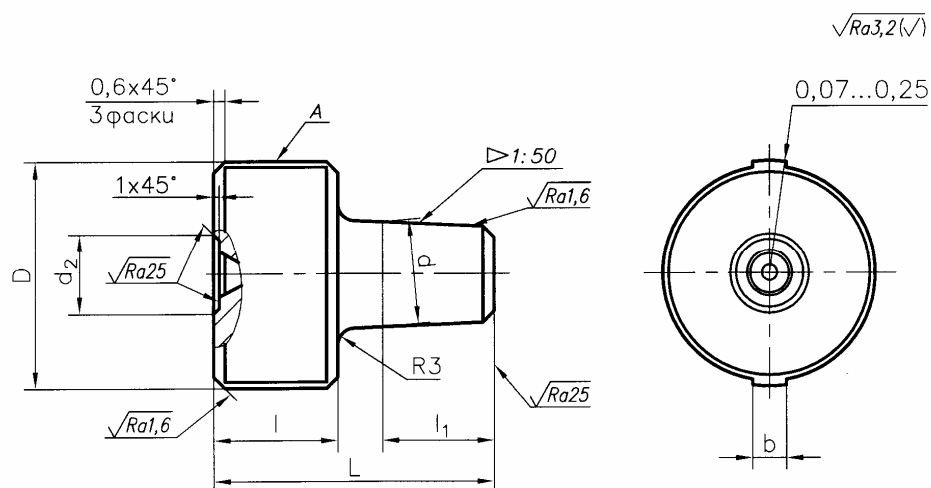


Рис. 2.40. Вставка НЕ

Таблица 2.49

Размеры неполных вставок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	l	l_1	d^*	d_2	b	$D_{\text{НОМ}}$	L	l	l_1	d^*	d_2	b
52	54	20	24	21	20	10	63	55	21	24	21	20	10
53							65						
55							67						
56							70						
58							71						
60	55	21	24	21	20	10	72	62	22	30	24	25	12
62							75						

* Предельное отклонение по h9.

**Калибры-пробки гладкие проходные
с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм (ГОСТ 14815–69)**

Калибры-пробки гладкие проходные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных калибров-пробок с насадками указаны на рис. 2.41 и в табл. 2.50.

Конструкция и размеры насадок ПР указаны на рис. 2.42 и в табл. 2.51.

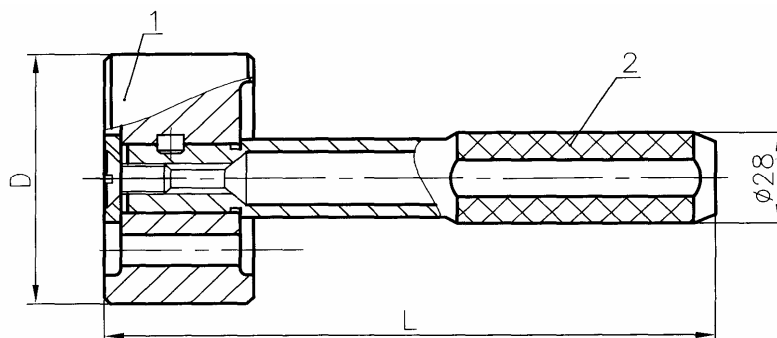


Рис. 2.41. Калибр-пробка с насадкой:
1 – насадка ПР; 2 – ручка

Таблица 2.50

Размеры гладких проходных калибров-пробок с насадками, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L
8136-0001	52	147	8136-0005	62	147	8136-0010	72	151	8136-0016	88	151
8136-0022	53		8136-0006	63		8136-0011	75		8136-0017	90	
8136-0002	55		8136-0007	65		8136-0012	78		8136-0018	92	
8136-0023	56		8136-0024	67		8136-0013	80		8136-0019	95	
8136-0003	58		8136-0009	70		8136-0014	82		8136-0020	98	
8136-0004	60		8136-0025	71	151	8136-0015	85		8136-0021	100	

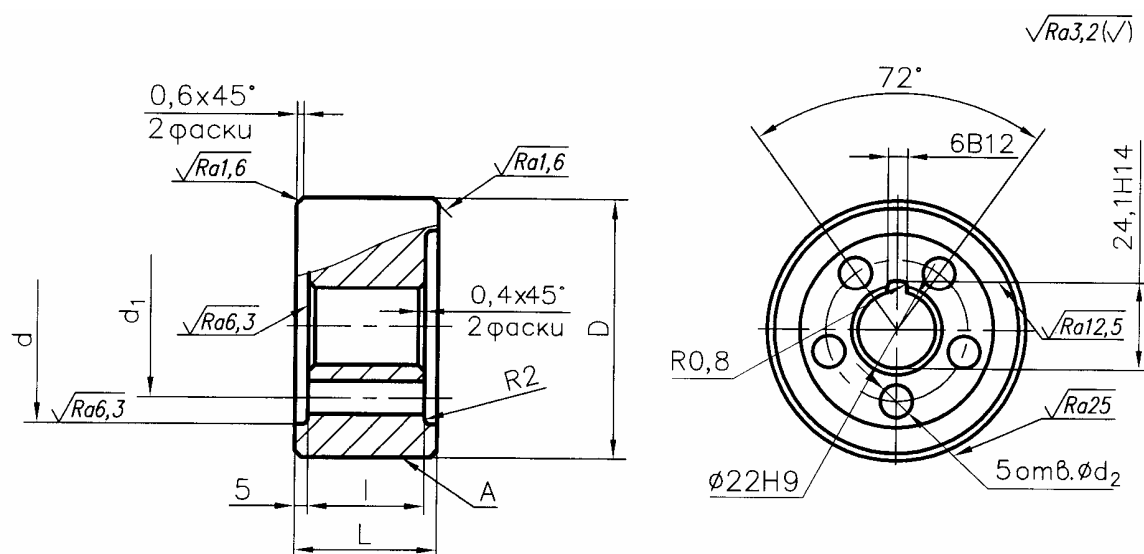


Рис. 2.42. Насадка ПР

Таблица 2.51

Размеры насадок ПР, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	d	d_1	d_2	l	$D_{\text{НОМ}}$	L	d	d_1	d_2	l
52	32	36	—	—	22	72	36	52	—	—	26
53						75					
55						78					
56		40				80		55			
58						82		60			
60						85					
62		45				88		65	47	10	
63						90		70	50	12	
65						92					
67					48	95		75	52	15	
70	98										
71	36	52	26	100							

**Калибры-пробки гладкие непроходные
с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм (ГОСТ 14816–69)**

Калибры-пробки гладкие непроходные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных калибров-пробок с насадками указаны на рис. 2.43 и в табл. 2.52.

Конструкция и размеры насадок НЕ указаны на рис. 2.44 и в табл. 2.53.

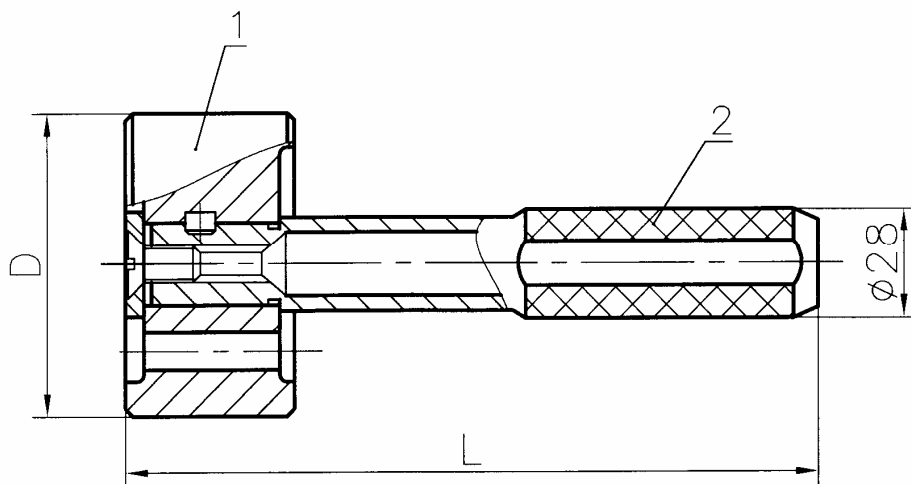


Рис. 2.43. Калибр-пробка непроходной с насадкой:
1 – насадка НЕ; 2 – ручка

Таблица 2.52

Размеры гладких непроходных калибров-пробок с насадками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L
8136–0101	52	137	8136–0107	65	137	8136–0114	82	141
8136–0122	53		8136–0124	67		8136–0115	85	
8136–0102	55		8136–0109	70		8136–0116	88	
8136–0123	56		8136–0125	71	141	8136–0117	90	
8136–0103	58		8136–0110	72		8136–0118	92	
8136–0104	60		8136–0111	75		8136–0119	95	
8136–0105	62		8136–0112	78		8136–0120	98	
8136–0106	63		8136–0113	80		8136–0121	100	

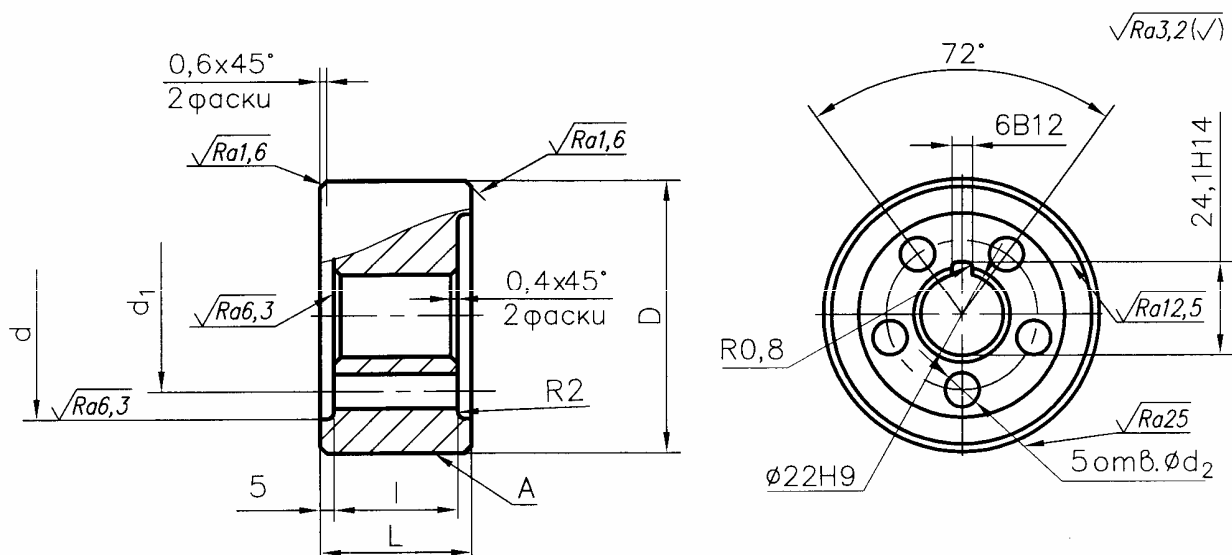


Рис. 2.44. Насадка НЕ

Таблица 2.53

Размеры насадок НЕ, мм

D_{HOM}	L	d	d_1	d_2	l	D_{HOM}	L	d	d_1	d_2	l				
52	22	36	—	—	12	72	26	52	—	—	16				
53						75		55							
55						78									
56		40				80		60							
58						82		65	47	10					
60						85									
62		45				88									
63						90									
65						92		70	50	12					
67		48				95									
70	26				16	98		75	52	15					
71	52	100													

**Калибры-пробки гладкие штампованные проходные
с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм (ГОСТ 14817–69)**

Гладкие проходные штампованные калибры-пробки с насадками предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких штампованных проходных калибров-пробок с насадками приведены на рис. 2.45 и в табл. 2.54.

Конструкция и размеры насадок ПР приведены на рис. 2.46 и в табл. 2.55.

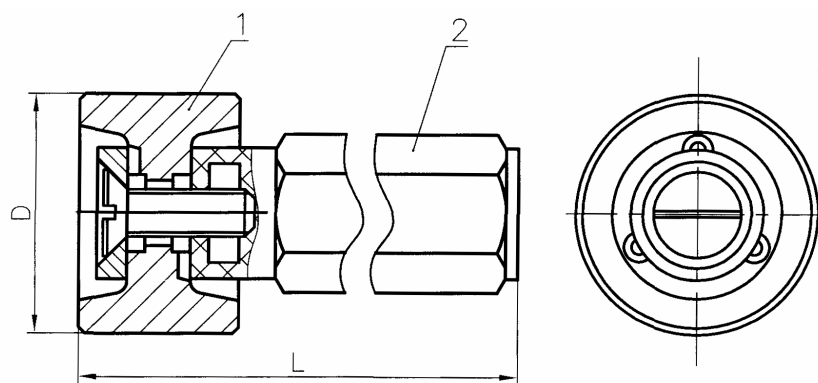


Рис. 2.45. Гладкий штампованный калибр-пробка:

1 – насадка ПР; 2 – ручка

Таблица 2.54

Размеры гладких штампованных проходных калибров-пробок с насадками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L
8136-0051	52	139	8136-0059	65	139	8136-0067	82	142
8136-0052	53		8136-0060	67		8136-0068	85	
8136-0053	55		8136-0061	70		8136-0069	88	
8136-0054	56		8136-0062	71	142	8136-0070	90	
8136-0055	58		8136-0063	72		8136-0071	92	
8136-0056	60		8136-0064	75		8136-0072	95	
8136-0057	62		8136-0065	78		8136-0073	98	
8136-0058	63		8136-0066	80		8136-0074	100	

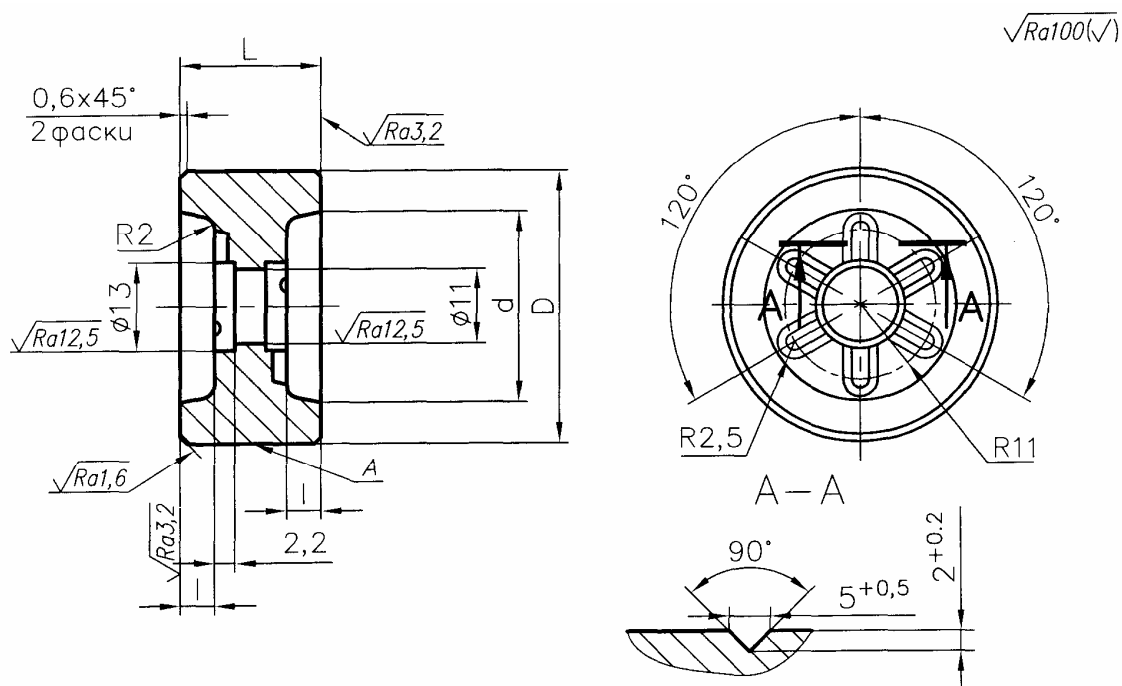


Рис. 2.46. Насадка ПР

Размеры насадок ПР, мм

D_{HOM}	L	d	l	D_{HOM}	L	d	l
52	32	36	11	72	36	52	12
53				75		55	
55				78			
56		40		80		60	
58				82			
60				85		65	
62		45		88			
63				90			
65				92			
67		48		95		75	
70	98						
71	36	52	12	100			

**Калибры-пробки штампованные непроходные
с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм (ГОСТ 14818–69)**

Гладкие непроходные штампованные калибры-пробки с насадками предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких штампованных непроходных калибров-пробок с насадками приведены на рис. 2.47 и в табл. 2.56.

Конструкция и размеры насадок НЕ приведены на рис. 2.48 и в табл. 2.57.

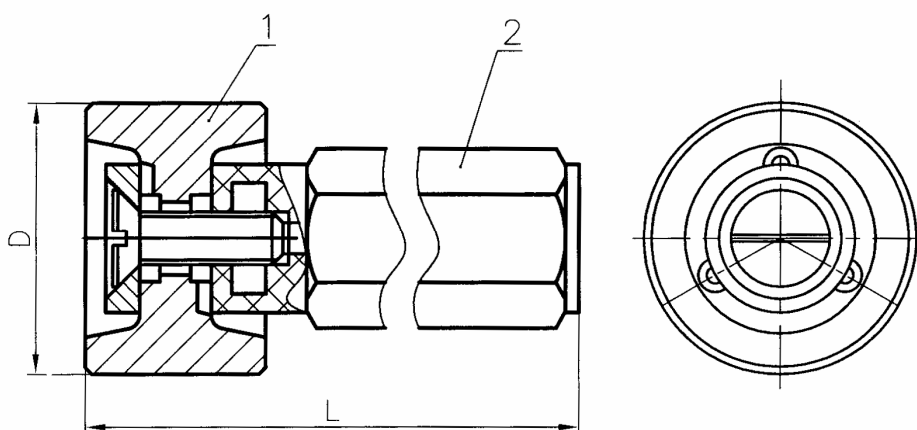


Рис. 2.47. Калибр-пробка штампованный с насадкой:

1 – насадка НЕ; 2 – ручка

Таблица 2.56

Размеры гладких штампованных непроходных калибров-пробок с насадками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L
8136-0151	52	133	8136-0159	65	133	8136-0167	82	136
8136-0152	53		8136-0160	67		8136-0168	85	
8136-0153	55		8136-0161	70		8136-0169	88	
8136-0154	56		8136-0162	71	136	8136-0170	90	
8136-0155	58		8136-0163	72		8136-0171	92	
8136-0156	60		8136-0164	75		8136-0172	95	
8136-0157	62		8136-0165	78		8136-0173	98	
8136-0158	63		8136-0166	80		8136-0174	100	

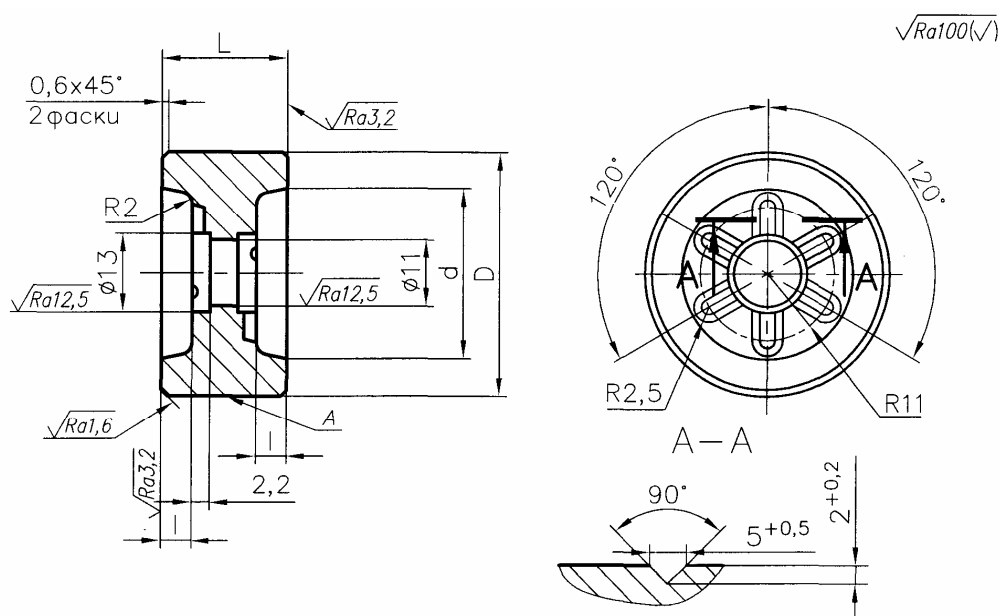


Рис. 2.48. Насадка НЕ

Таблица 2.57

Размеры насадок НЕ, мм

D_{HOM}	L	d	l	D_{HOM}	L	d	l
52	22	36	7	72	26	52	8
53				75		55	
55				78			
56		40		80		60	
58				82			
60				85		65	
62		45		88			
63				90			
65				92		75	
67		48		95			
70	98						
71	26	52	8	100			

**Калибры-пробки гладкие проходные неполные штампованные
диаметром свыше 100 до 160 мм (ГОСТ 14820–69)**

Гладкие проходные штампованные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных неполных штампованных калибров-пробок приведены на рис. 2.49 и в табл. 2.58.

Конструкция и размеры проходных неполных штампованных насадок ПР приведены на рис. 2.50 и в табл. 2.59.

Конструкция и размеры хвостовика приведены на рис. 2.51 и в табл. 2.60.

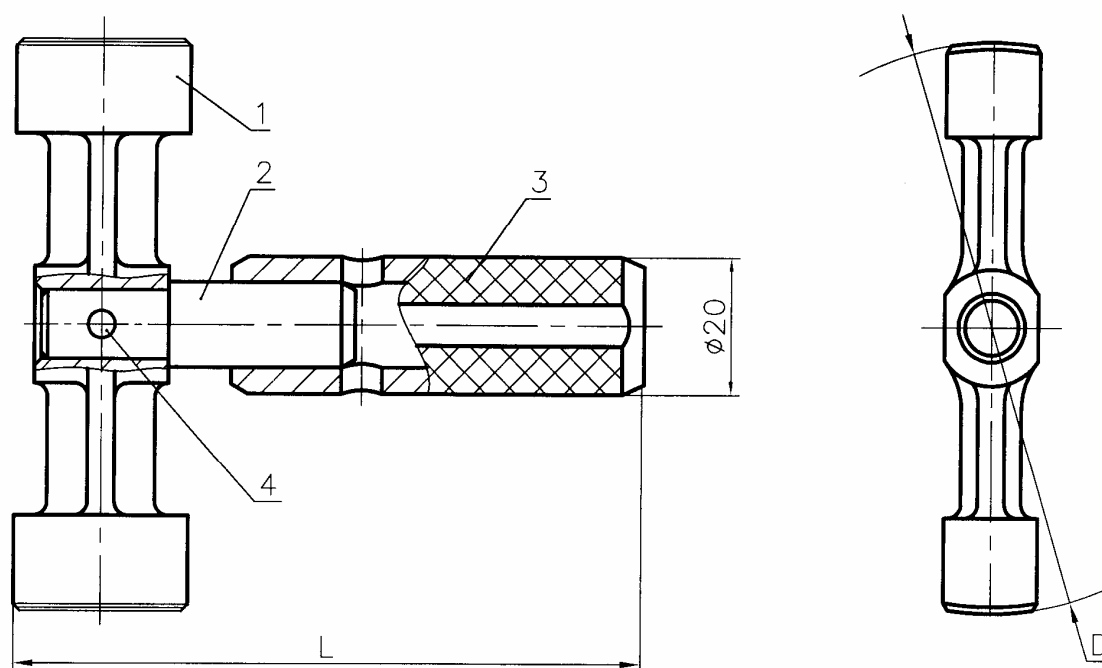


Рис. 2.49. Гладкий штампованный неполный калибр-пробка:
1 – насадка ПР; 2 – хвостовик; 3 – ручка; 4 – штифт цилиндрический

Таблица 2.58

Размеры гладких штампованных проходных неполных калибров-пробок, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L
8140–0001	102	126	8140–0006	115	132	8140–0011	140	132
8140–0002	105		8140–0007	120		8140–0012	145	
8140–0003	108		8140–0008	125		8140–0013	150	
8140–0004	110		8140–0009	130		8140–0014	155	
8140–0005	112	132	8140–0010	135		8140–0015	160	

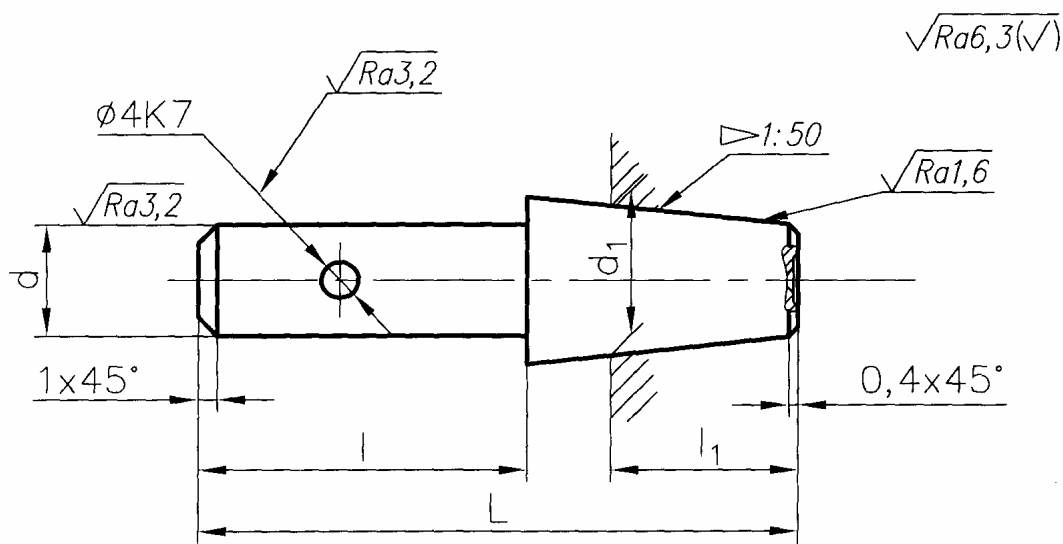


Рис. 2.51. Хвостовик

Таблица 2.60

Размеры хвостовика, мм

d^*	d_1^*	L	l	l_1	d^*	d_1^*	L	l	l_1
10	15	50	23	19	16	21	73	39	25
12	15	56	29	19	10	15	46	19	19
14	18	65	35	21	12	15	50	23	19

* Предельное отклонение по h9.

**Калибры-пробки гладкие непроходные
неполные штампованные диаметром свыше 75 до 160 мм
(ГОСТ 14821–69)**

Гладкие непроходные штампованные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных неполных штампованных калибров-пробок приведены на рис. 2.52 и в табл. 2.61.

Конструкция и размеры непроходных неполных штампованных насадок НЕ приведены на рис. 2.53 и в табл. 2.62.

Хвостовик изготавливают по ГОСТ 14820–69. Конструкция и размеры хвостовика приведены на рис. 2.51 и в табл. 2.60.

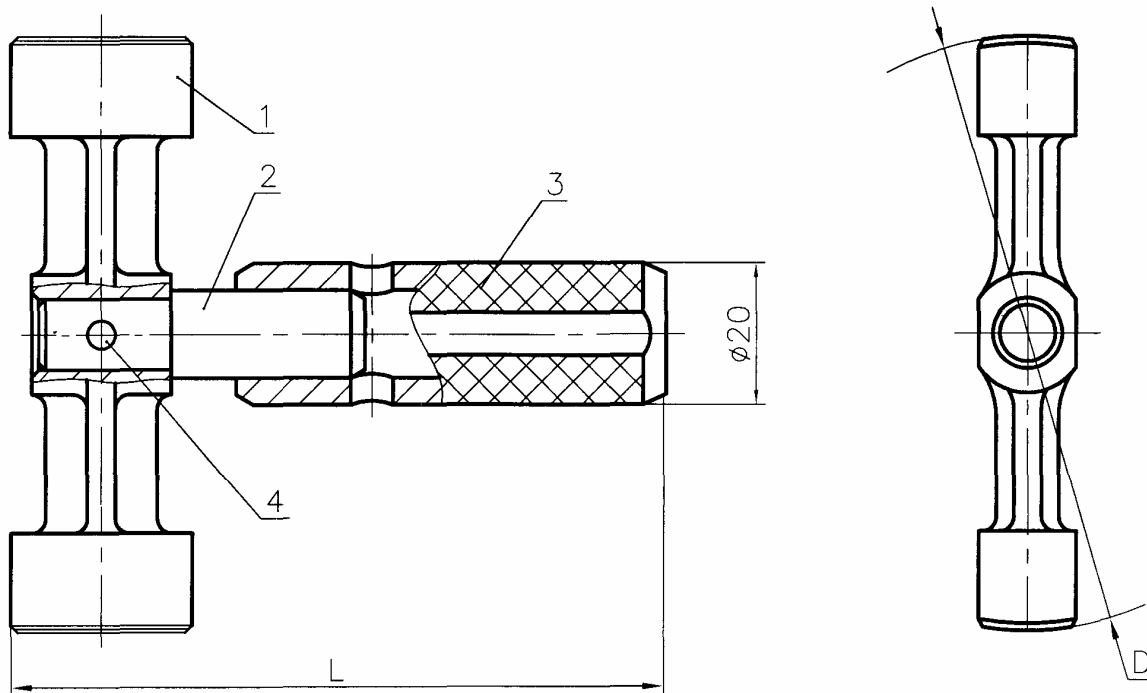


Рис. 2.52. Гладкий штампованный неполный калибр-пробка:
1 – насадка НЕ; 2 – хвостовик; 3 – ручка; 4 – штифт цилиндрический

Таблица 2.61

Размеры гладких штампованных непроходных неполных калибров-пробок, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L
8140-0066	75	122	8140-0075	98	122	8140-0058	125	128
8140-0067	78		8140-0076	100		8140-0059	130	
8140-0068	80		8140-0051	102		8140-0060	135	
8140-0069	82		8140-0052	105		8140-0061	140	
8140-0070	85		8140-0053	108		8140-0062	145	
8140-0071	88		8140-0054	110		8140-0063	150	
8140-0072	90		8140-0055	112	128	8140-0064	155	
8140-0073	92		8140-0056	115		8140-0065	160	
8140-0074	95		8140-0057	120				

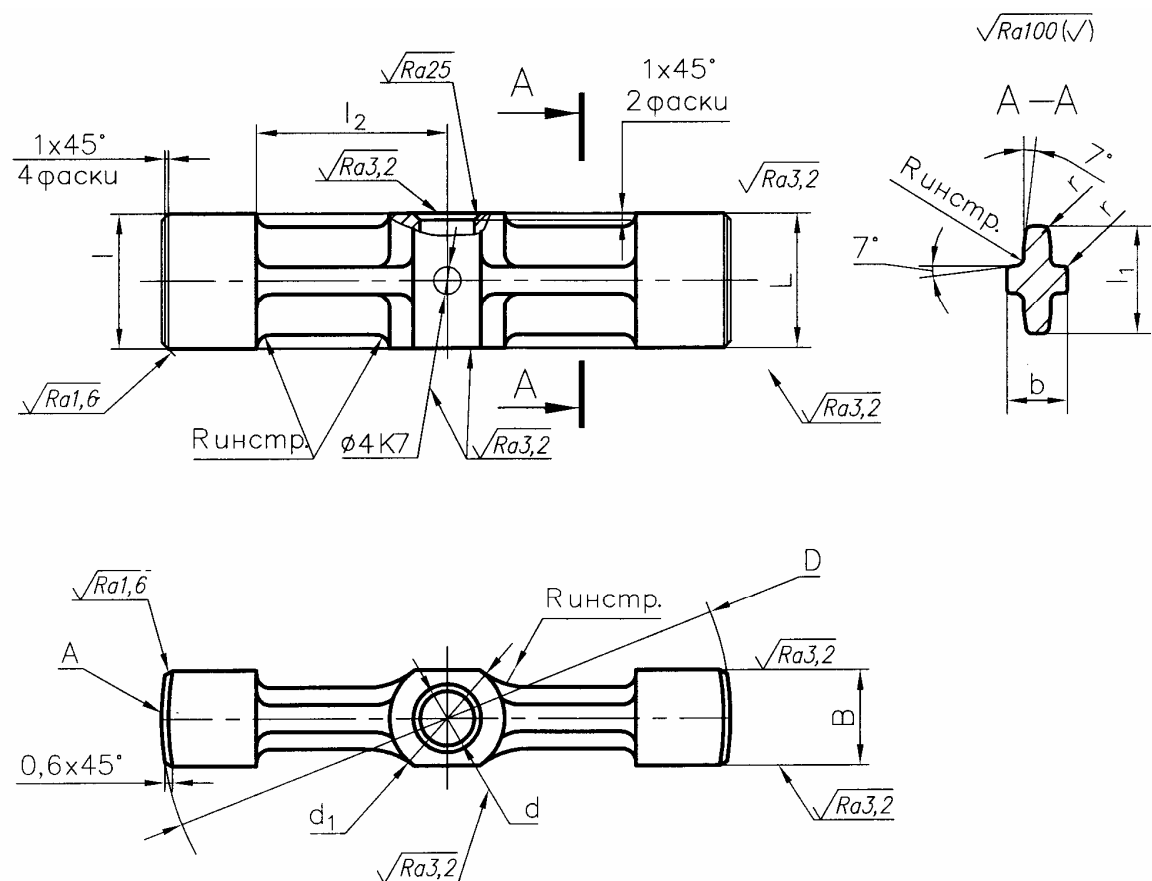


Рис. 2.53. Неполная штампованная насадка НЕ

Таблица 2.62

Размеры непроходных неполных штампованных насадок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	B	l	l_1	b	d^*	d_1	r
1	2	3	4	5	6	7	8	9
75	24	16	20	26	13	10	20	2,5
78								
80								
82								
85								
88								
90								
92	24	16	20	35	13	10	20	2,5
95								
98								
100								
102								
105								
108								
110								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
112	30	18	25	45	15	12	22	3
115								
120								
125								
130								
135								
140				56				
145								
150								
155								
160								

* Предельное отклонение по Н8.

**Калибры-пробки гладкие проходные неполные
диаметром свыше 100 до 300 мм (ГОСТ 14822–69)**

Гладкие проходные неполные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных неполных калибров-пробок приведены на рис. 2.54 и в табл. 2.63.

Конструкция и размеры проходных неполных насадок ПР приведены на рис. 2.55 и в табл. 2.64.

Хвостовик изготавливают по ГОСТ 14820–69. Конструкция и размеры хвостовика приведены на рис. 2.51 и в табл. 2.60.

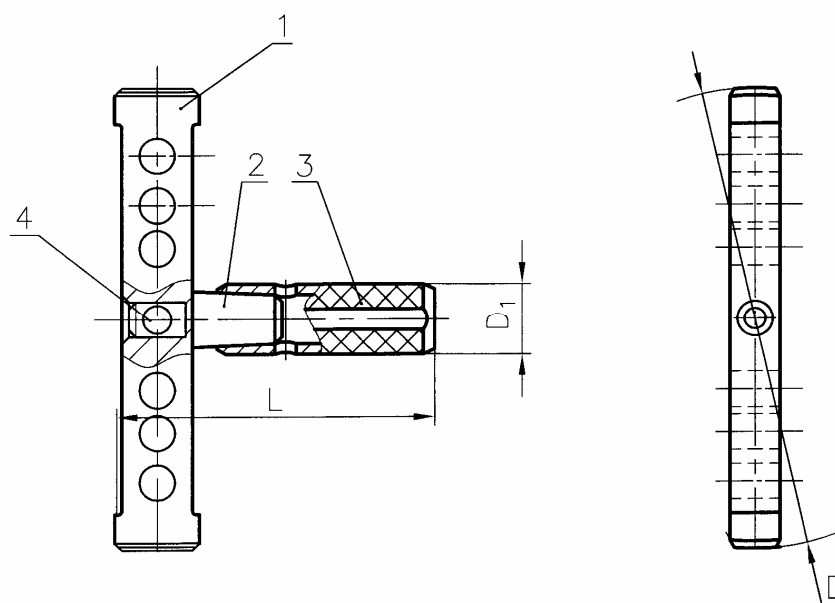


Рис. 2.54. Гладкий проходной неполный калибр-пробка:
1 – насадка; 2 – хвостовик; 3 – ручка; 4 – штифт цилиндрический

Размеры гладких проходных неполных калибров-пробок, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1
8140-0101	102	126	20	8140-0113	150	132	20	8140-0125	210	143	24
8140-0102	105			8140-0114	155			8140-0126	215		
8140-0103	108			8140-0115	160			8140-0127	220		
8140-0104	110			8140-0116	165			8140-0128	225		
8140-0105	112	8140-0117		170	8140-0129	230					
8140-0106	115	8140-0118		175	8140-0130	240					
8140-0107	120	8140-0119		180	8140-0131	250					
8140-0108	125	8140-0120		185	8140-0132	260					
8140-0109	130	8140-0121		190	8140-0133	270					
8140-0110	135	8140-0122		195	8140-0134	280					
8140-0111	140	8140-0123		200	8140-0135	290					
8140-0112	145	8140-0124		205	143	24	8140-0136	300	158	28	

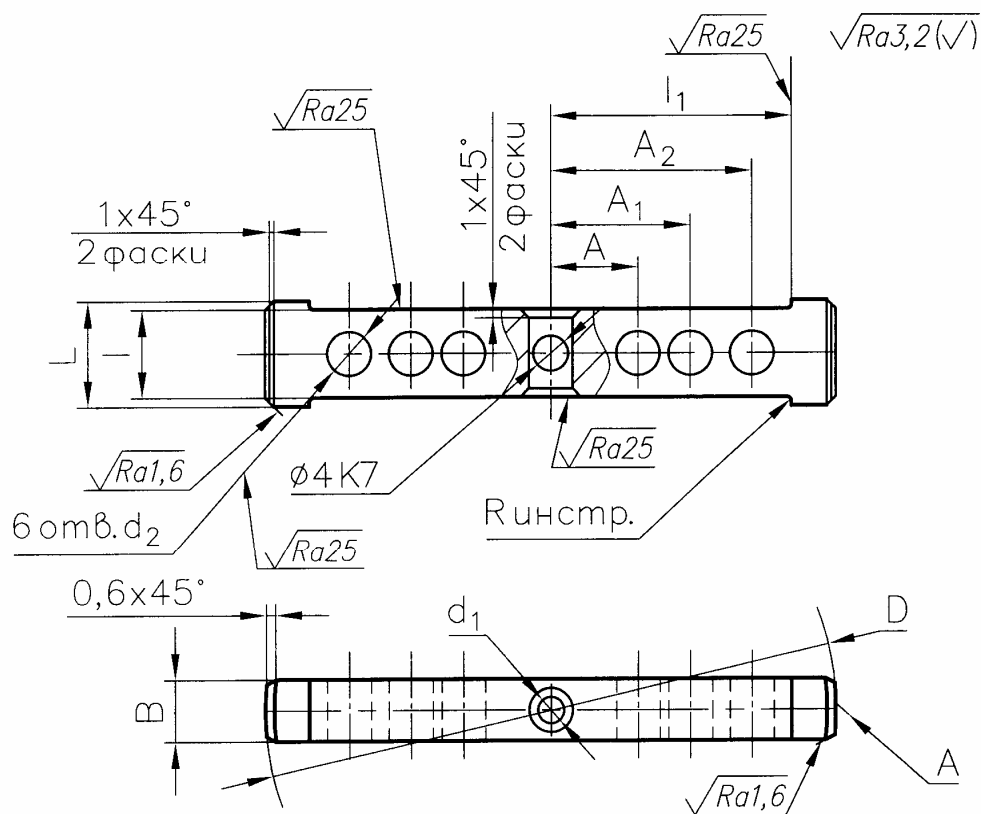


Рис. 2.55. Неполная насадка ПР

Таблица 2.64

Размеры проходных неполных насадок ПР, мм

D_{HOM}	L	B	A	A_1	A_2	l	l_1	d_1^*	d_2
102 105 108 110	32	16	20	—	—	24	35	10	16
112 115 120 125 130 135									
140 145 150 155 160	38	18	20	44		30	56	12	
165 170 175 180									
185 190 195 200	48	22	40	65			78		18
205 210 215 220									
225 230 240	52	24	48	80		36	95	22	
250 260									
270 280	58	28		90		40	115		16
290 300					95				

* Предельное отклонение по Н8.

**Калибры-пробки гладкие непроходные неполные
диаметром свыше 75 до 300 мм (ГОСТ 14823–69)**

Гладкие непроходные неполные калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных неполных калибров-пробок приведены на рис. 2.56 и в табл. 2.65.

Конструкция и размеры непроходных неполных насадок НЕ приведены на рис. 2.57 и в табл. 2.66.

Хвостовик изготавливают по ГОСТ 14820–69. Конструкция и размеры хвостовика приведены на рис. 2.51 и в табл. 2.60.

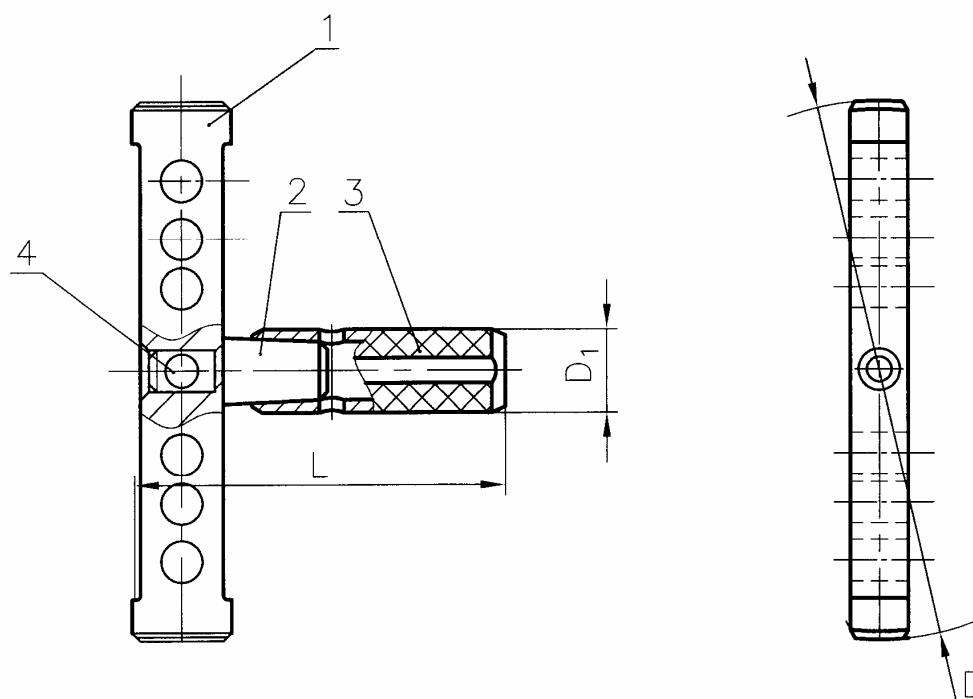


Рис. 2.56. Калибр-пробка гладкий непроходной неполный:

1 – насадка НЕ; 2 – хвостовик; 3 – ручка; 4 – штифт

Таблица 2.65

Размеры гладких непроходных неполных калибров-пробок, мм

Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1	Обозначение калибра-пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	D_1
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8140–0166	75			8140–0156	115			8140–0183	195	132	20
8140–0167	78			8140–0157	120			8140–0184	200		
8140–0168	80	120	20	8140–0158	125	125	20	8140–0185	205		
8140–0169	82			8140–0159	130			8140–0186	210	138	24
8140–0170	85			8140–0160	135			8140–0187	215		

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8140-0171	88	120	20	8140-0161	140	125	20	8140-0188	220	138	24
8140-0172	90			8140-0162	145			8140-0189	225		
8140-0173	92			8140-0163	150			8140-0190	230		
8140-0174	95			8140-0164	155			8140-0191	240		
8140-0175	98			8140-0165	160			8140-0192	250		
8140-0176	100			8140-0177	165	132		8140-0193	260	153	28
8140-0151	102			8140-0178	170			8140-0194	270		
8140-0152	105			8140-0179	175			8140-0195	280		
8140-0153	108			8140-0180	180			8140-0196	290		
8140-0154	110			8140-0181	185			8140-0197	300		
8140-0155	112	125		8140-0182	190						

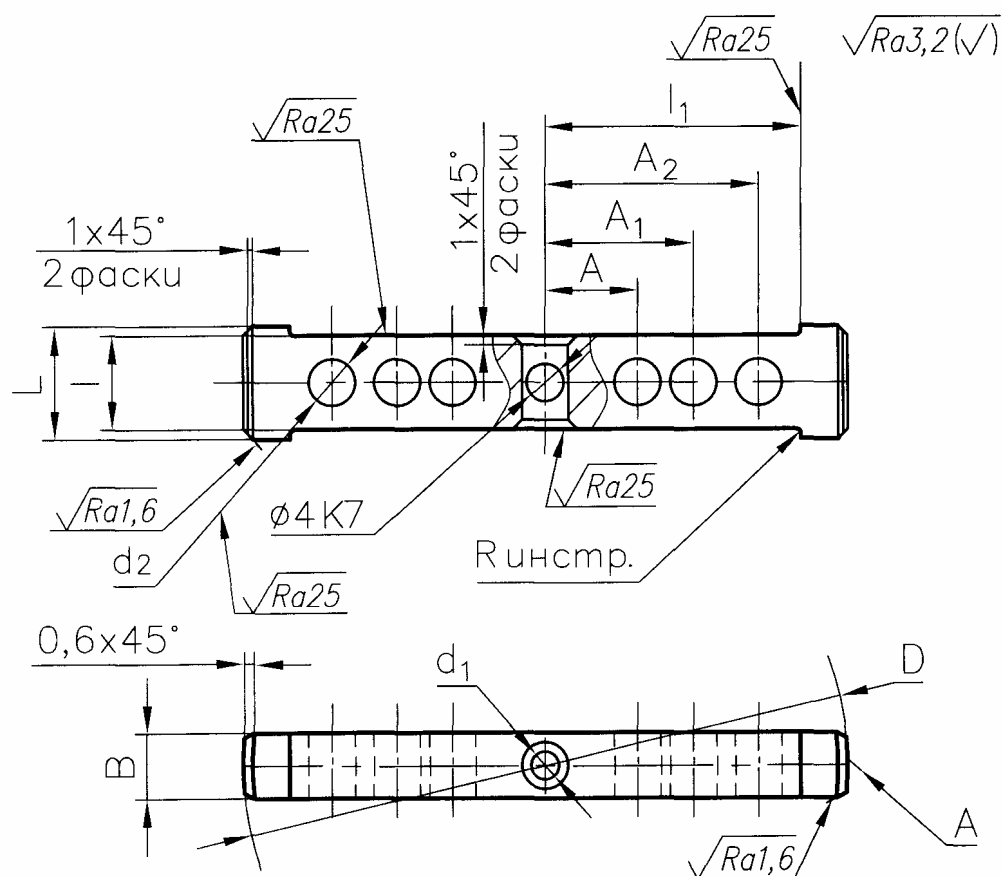


Рис. 2.57. Насадка НЕ

Таблица 2.66

Размеры непроходных неполных насадок НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	B	A	A_1	A_2	l	l_1	d_1^*	d_2
75 78 80 82 85 88 90 92	24	16	—	—	—	20	27	10	—
95 98 100 102 105 108 110									
112 115 120 125 130 135									
140 145 150 155 160									
165 170 175 180									
185 190 195 200									
205 210 215 220									
225 230 240 250 260	42	24	48	80	—	36	95	14	22
270 280				85					
290 300				90					
				95					
				108					

* Предельное отклонение по Н8.

**Калибры-пробки гладкие проходные неполные с накладками
диаметром свыше 160 до 360 мм (ГОСТ 14824–69)**

Калибры-пробки гладкие проходные неполные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких проходных неполных калибров-пробок с накладками приведены на рис. 2.58 и в табл. 2.67.

Конструкция и размеры проходных неполных насадок ПР приведены на рис. 2.59 и в табл. 2.68.

Ручки-накладки изготавливают по ГОСТ 14751–69.

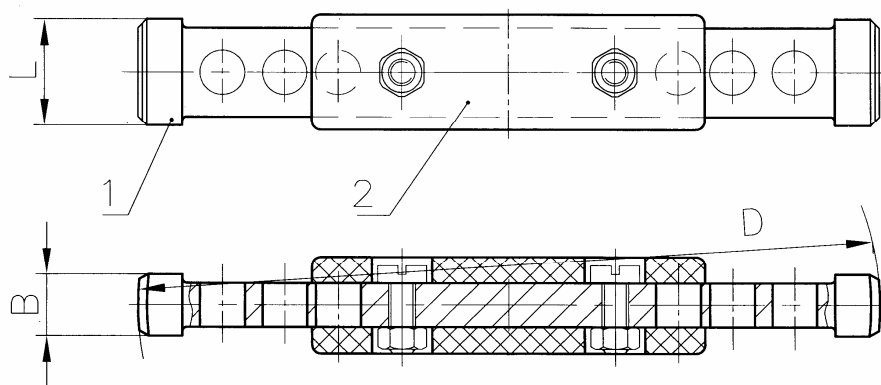


Рис. 2.58. Гладкий неполный калибр-пробка с накладкой:

1 – пробка; 2 – ручка-накладка

Таблица 2.67

Размеры гладких проходных неполных калибров-пробок с накладками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	B	Обозначе- ние калиб- ра-пробки	$D_{\text{ном}}$	L	B	Обозначе- ние калиб- ра-пробки	$D_{\text{ном}}$	L	B
8140–0201	165	48	22	8140–0210	210	52	24	8140–0219	280	58	28
8140–0202	170			8140–0211	215			8140–0220	290		
8140–0203	175			8140–0212	220			8140–0221	300		
8140–0204	180			8140–0213	225			8140–0222	310	62	32
8140–0205	185			8140–0214	230			8140–0223	320		
8140–0206	190			8140–0215	240			8140–0224	330		
8140–0207	195			8140–0216	250			8140–0225	340		
8140–0208	200			8140–0217	260			8140–0226	350		
8140–0209	205	52	24	8140–0218	270	58	28	8140–0227	360		

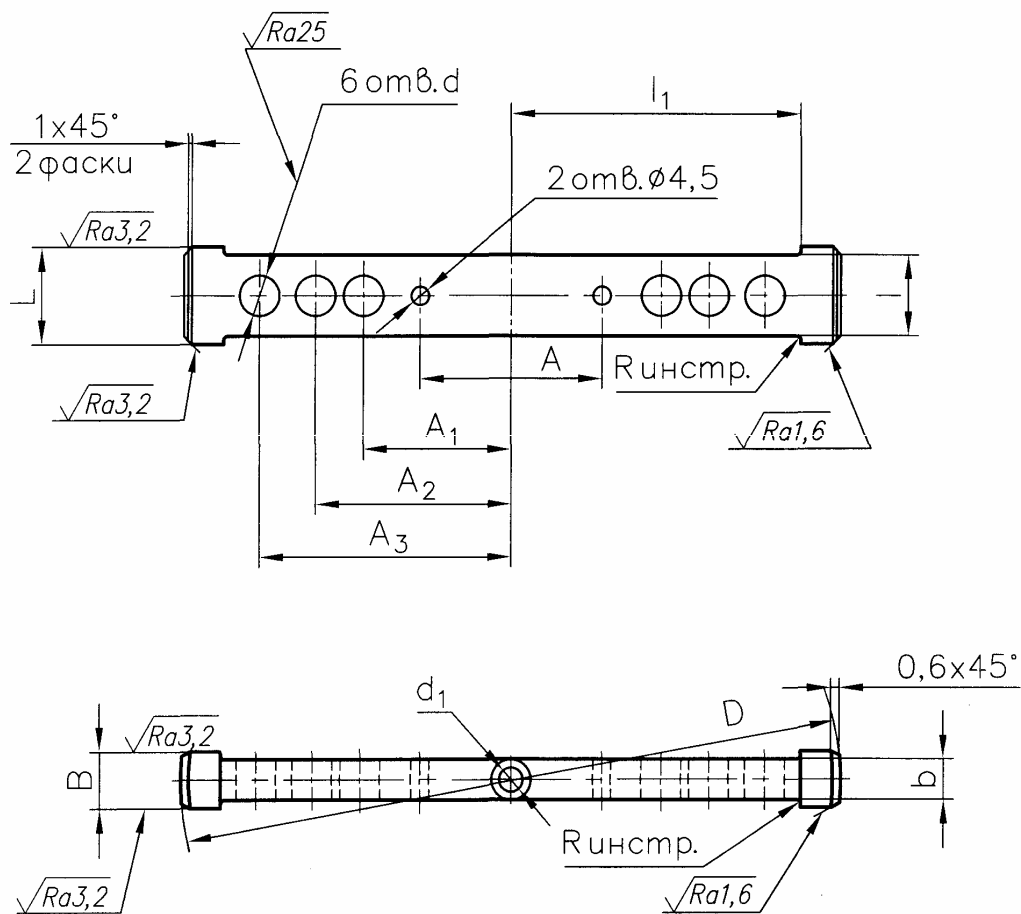
$\sqrt{Ra6,3(\sqrt{)}$


Рис. 2.59. Проходная неполная насадка ПР

Таблица 2.68

Размеры проходных неполных насадок ПР, мм

D_{HOM}	L	B	l	l_1	b	A^*	A_1	A_2	A_3	d						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
165 170 175 180	48	22	30	70	10	40	36	58	—	18						
185 190 195 200								42			65					
205 210 215 220				52			24	36			85	12	50	46	70	22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
225	52	24	36	95	12	50	48	80	—	22	
230											
240				85							
250											
260	58	28	40	105	14	60		90	108		
270											
280				125				80			112
290											
300	62	32	40	130	14	60		78	120		
310											
320				140				85			130
330											
340	62	32	40	150	14	60		90	130		
350											
360											

* Предельное отклонение $\pm 0,25$.

**Калибры-пробки гладкие непроходные неполные с накладками
диаметром свыше 160 до 360 мм (ГОСТ 14825–69)**

Калибры-пробки гладкие непроходные неполные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры гладких непроходных неполных калибров-пробок с накладками приведены на рис. 2.60 и в табл. 2.69.

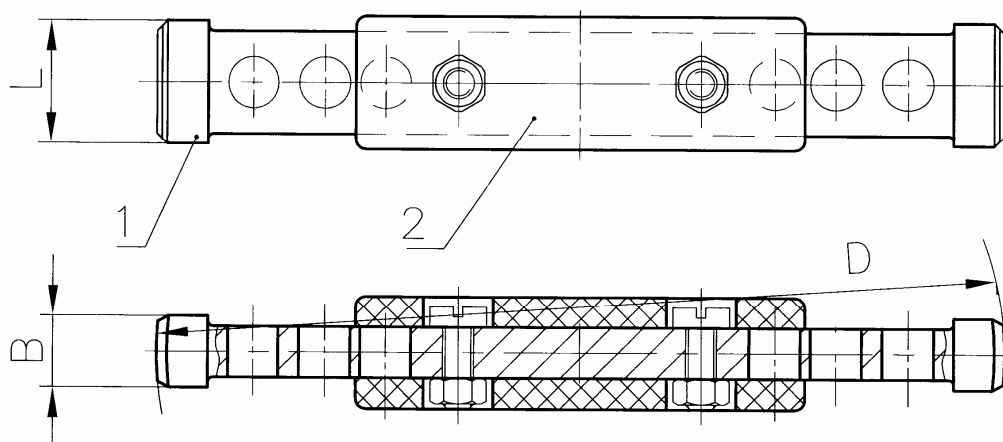


Рис. 2.60. Гладкий неполный калибр-пробка с накладкой:

1 – пробка; 2 – ручка-накладка

Таблица 2.69

Размеры гладких непроходных неполных калибров-пробок с накладками, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	B	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	B	Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{НОМ}}$	L	B
8140-0251	165	38	22	8140-0260	210	42	24	8140-0269	280	48	28
8140-0252	170			8140-0261	215			8140-0270	290		
8140-0253	175			8140-0262	220			8140-0271	300		
8140-0254	180			8140-0263	225			8140-0272	310	52	32
8140-0255	185			8140-0264	230			8140-0273	320		
8140-0256	190			8140-0265	240			8140-0274	330		
8140-0257	195			8140-0266	250			8140-0275	340		
8140-0258	200			8140-0267	260			8140-0276	350		
8140-0259	205	42	24	8140-0268	270	48	28	8140-0277	360		

Конструкция и размеры непроходных неполных пробок НЕ приведены на рис. 2.61 и в табл. 2.70.

Ручки-накладки изготавливают по ГОСТ 14751-69.

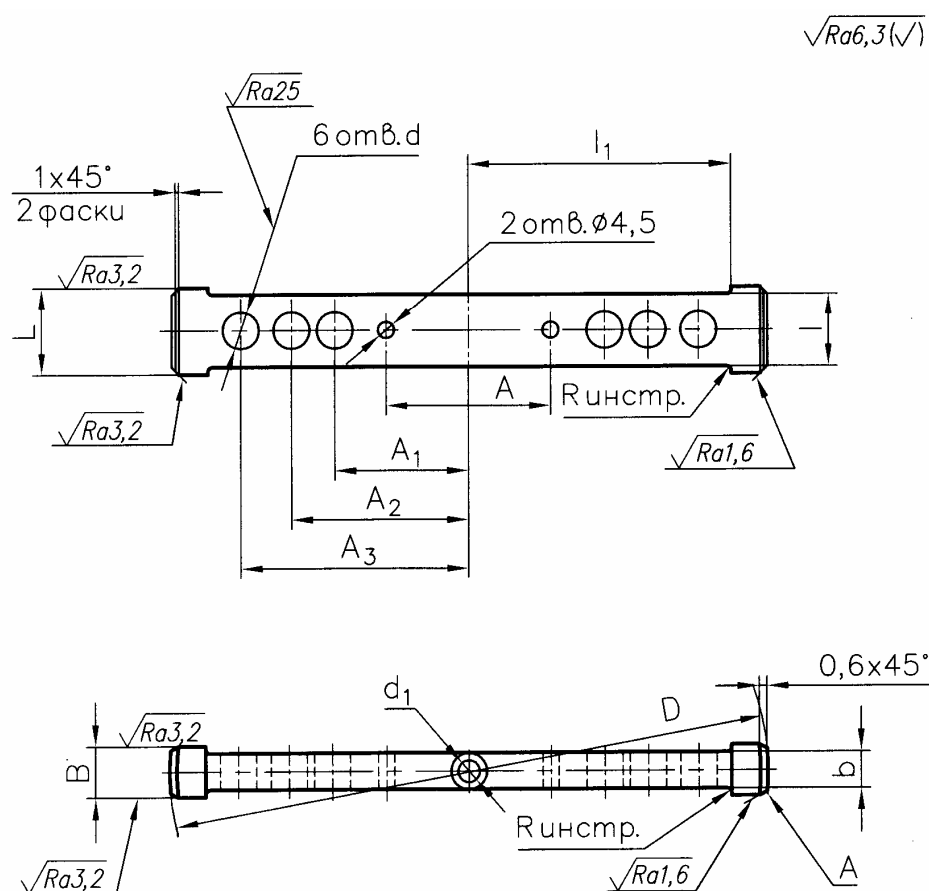


Рис. 2.61. Непроходная неполная пробка НЕ

Таблица 2.70

Размеры непроходной неполной пробки НЕ, мм

$D_{\text{НОМ}}$	L	B	l	l_1	b	A^*	A_1	A_2	A_3	d
165 170 175 180	38	22	30	70	10	40	36	58	—	18
185 190 195 200				78			40	65		
205 210 215 220				85			42	70		
225 230 240				42			24	36		
250 260	105	85								
270 280	48	28	40		115	12				50
290 300				125	78		108			
310 320				52	32		40	130	14	
330 340	140	85	120							
350 360	150	90	130							

* Предельное отклонение $\pm 0,25$.

**Калибры-пробки гладкие односторонние листовые
диаметром свыше 50 до 250 мм (ГОСТ 14826–69)**

Гладкие калибры-пробки предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП 9-го и более грубых квалитетов.

Конструкция и размеры гладких листовых односторонних калибров-пробок приведены на рис. 2.62 и в табл. 2.71.

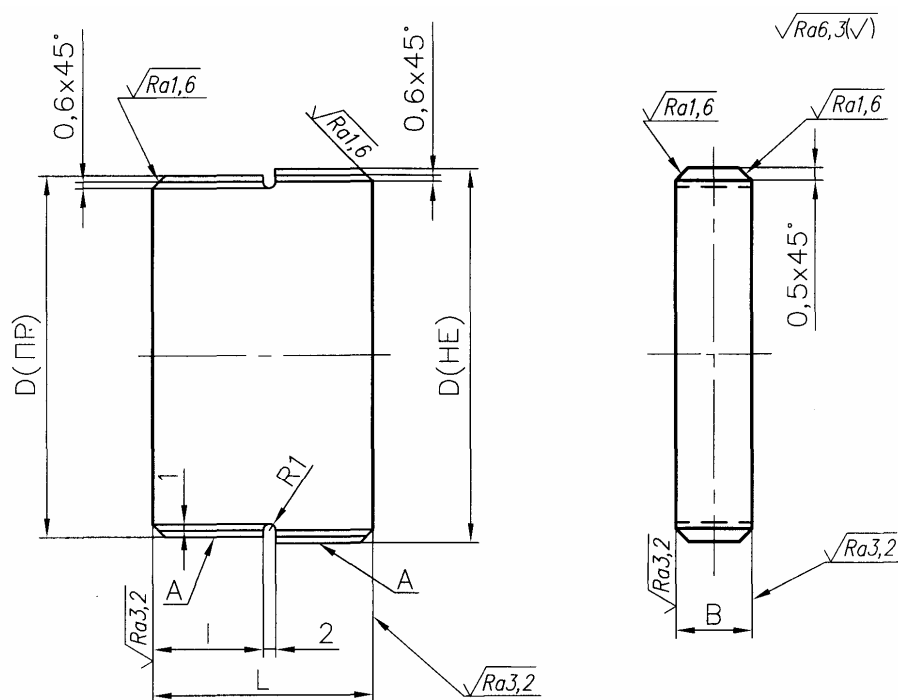


Рис. 2.62. Гладкий листовой односторонний калибр-пробка

Таблица 2.71

Размеры гладких листовых односторонних калибров-пробок, мм

Обозначение калибра- пробки	$D_{\text{ном}}$	L	B	l	Обозначе- ние калиб- ра-пробки	$D_{\text{ном}}$	L	B	l
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8141-0001	52	40	8	28	8141-0026	112	50	10	35
8141-0053	53				8141-0027	115			
8141-0002	55				8141-0028	120			
8141-0054	56				8141-0029	125			
8141-0003	58				8141-0030	130			
8141-0004	60				8141-0031	135			
8141-0005	62				8141-0032	140			
8141-0006	63				8141-0033	145			
8141-0007	65				8141-0034	150			
8141-0055	67				8141-0035	155			
8141-0009	70				8141-0036	160			
8141-0056	71	45	32	32	8141-0037	165	60	42	42
8141-0010	72				8141-0038	170			
8141-0011	75				8141-0039	175			
8141-0012	78				8141-0040	180			
8141-0013	80				8141-0041	185			
8141-0014	82				8141-0042	190			
8141-0015	85				8141-0043	195			
8141-0016	88				8141-0044	200			

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8141-0017	90	45	8	32	8141-0045	205	60	10	42
8141-0018	92				8141-0046	210			
8141-0019	95				8141-0047	215			
8141-0020	98				8141-0048	220			
8141-0021	100				8141-0049	225			
8141-0022	102	50	10	35	8141-0050	230			
8141-0023	105				8141-0051	240			
8141-0024	108				8141-0052	250			
8141-0025	110								

**Калибры-нутромеры сферические непроходные
диаметром свыше 100 до 360 мм (ГОСТ 14827-69)**

Калибры-нутромеры сферические непроходные предназначены для контроля отверстий с полями допусков по ЕСДП.

Конструкция и размеры непроходных сферических калибров-нутромеров приведены на рис. 2.63 и в табл. 2.72.

Конструкция и размеры стержня НЕ приведены на рис. 2.64 и в табл. 2.73.

Таблица 2.72

Размеры непроходных сферических калибров-нутромеров, мм

Обозначение калибра- нутромера	$D_{\text{НОМ}}$	D_1	D_2	l	Обозначение калибра- нутромера	$D_{\text{НОМ}}$	D_1	D_2	l
8143-0001	102	10	16	21,0	8143-0022	195	12	20	57,5
8143-0002	105			22,5	8143-0023	200			60,0
8143-0003	108			24,0	8143-0024	205			62,5
8143-0004	110			25,0	8143-0025	210			65,0
8143-0005	112			26,0	8143-0026	215			67,5
8143-0006	115			27,5	8143-0027	220			70,0
8143-0007	120			30,0	8143-0028	225			72,5
8143-0008	125			32,5	8143-0029	230			75,0
8143-0009	130			35,0	8143-0030	240			80,0
8143-0010	135			37,5	8143-0031	250			85,0
8143-0011	140			40,0	8143-0032	260	16	25	90,0
8143-0012	145			42,5	8143-0033	270			95,0
8143-0013	150			45,0	8143-0034	280			100,0
8143-0014	155			47,5	8143-0035	290			105,0
8143-0015	160			50,0	8143-0036	300			110,0
8143-0016	165	12	20	42,5	8143-0037	310			115,0
8143-0017	170			45,0	8143-0038	320			120,0
8143-0018	175			47,5	8143-0039	330			125,0
8143-0019	180			50,0	8143-0040	340			130,0
8143-0020	185			52,5	8143-0041	350			135,0
8143-0021	190			55,0	8143-0042	360			140,0

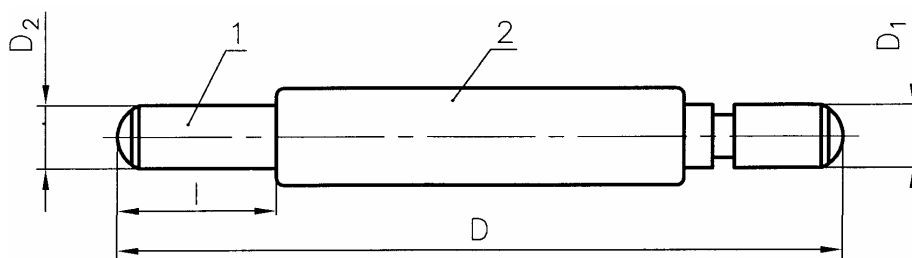


Рис. 2.63. Калибр-нутромер сферический непроходной:
1 – стержень НЕ; 2 – ручка

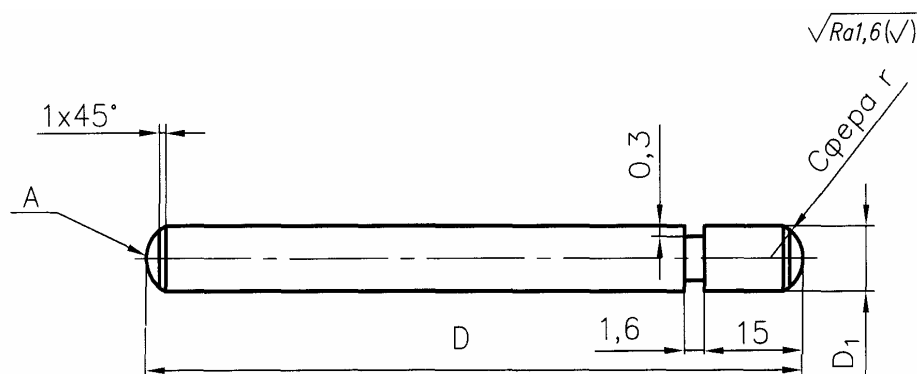


Рис. 2.64. Стержень НЕ

Таблица 2.73

Размеры стержня НЕ, мм

D_{HOM}	D_1^*	r	D_{HOM}	D_1^*	r	D_{HOM}	D_1^*	r	D_{HOM}	D_1^*	r
102	10	30	145	10	30	200	12	30	260	16	50
105			150			205			270		
108			155			210			280		
110			160			215			290		
112			165	220		300					
115			170	225		310					
120			175	230		320					
125			180	240		330					
130			185	250		340					
135			190			350					
140			195			360					

* Предельное отклонение по h1.

2.3. Средства контроля резьбовых соединений

К параметрам наружной резьбы (болта, винта, шпильки и т. д.) относят наружный диаметр, средний диаметр, внутренний диаметр, шаг и угол профиля. Аналогично параметрами внутренней резьбы (гайки, гнезда и т. п.) считают наружный диаметр, средний диаметр, внутренний диаметр, шаг и угол профиля [19].

Величину наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки измеряют теми же средствами, что и наружные и внутренние диаметры гладких цилиндрических деталей. Остальные параметры – средний диаметр, шаг и угол профиля – измеряют обычно у точных резьб.

В зависимости от назначения резьбы и требований к точности ее элементов применяют различные методы их контроля (комплексные и дифференцированные).

2.3.1. Измерение отдельных элементов резьбы (дифференцированное измерение)

К универсальным приборам для дифференцированного измерения параметров резьбы относятся инструментальные и универсальные микроскопы.

Параметры резьбы измеряют на микроскопе двумя способами: бесконтактным и контактным. Инструментальный микроскоп позволяет измерить все параметры наружной резьбы: наружный диаметр, внутренний диаметр, средний диаметр, шаг и половину угла профиля. Характеристики инструментальных микроскопов обозначены в табл. 2.13.

К специальным средствам для измерения параметров резьбы относят микрометры со вставками, проволочки и ролики для измерения среднего диаметра наружной резьбы косвенным методом.

Микрометры со вставками выпускают двух типов: МВМ – для измерения среднего диаметра метрических резьб с углом профиля $\alpha = 60^\circ$, трубных и дюймовых резьб с углом профиля 55° ; МВТ – для измерения среднего диаметра трапецеидальных резьб. Характеристики микрометров со вставками приведены в табл. 2.74 [2].

Более точным для измерения среднего диаметра наружной резьбы по сравнению с проверкой микрометром является *метод измерения с помощью калиброванных проволочек или роликов*, при котором во впадины профиля резьбы помещают одну, две или три калиброванные проволочки или ролики.

Проволочки и ролики выпускают классов точности 0 и I трех модификаций: типа I – проволочки гладкие; типа II – проволочки ступенчатые в трех исполнениях (А, Б и В); типа III – ролики. Значения наивыгоднейших диаметров проволочек и роликов для метрической резьбы выбирают в зависимости от шага контролируемой резьбы по табл. 2.75 [24].

Примеры условных обозначений:

1. Микрометр со вставками для измерения среднего диаметра метрических и дюймовых резьб с диапазоном измерения 25–50 мм: *МВМ 25–50 ГОСТ 4380–93*.

2. Проволочки типа I диаметром $d_{D0} = 0,173$ мм класса точности 0: *Проволочки I – 0,173 кл. 0 ГОСТ 2475–88*.

Таблица 2.74

Характеристики микрометров типа МВМ со вставками
для метрической резьбы (ГОСТ 4380–93), мм

Диапазон измерения микрометром	Число пар вставок	Вставки для резьбы с шагом	Предел основной погрешности		Допускаемое отклонение показаний от изгиба скобы
			микрометра	микропары	
0–25	10	0,4–0,45; 0,5–0,6; 0,7–0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75	$\pm 0,010$	$\pm 0,004$	0,002
		2; 2,5 3	$\pm 0,013$ $\pm 0,015$		
25–50	9	0,7–0,8; 1; 1,5 2 3; 3,5; 4; 4,5; 5	$\pm 0,010$ $\pm 0,013$ $\pm 0,015$	$\pm 0,004$	0,002
50–75	8	1; 1,5 2	$\pm 0,013$ $\pm 0,015$		0,003
75–100		3; 4; 5; 5,5; 6	$\pm 0,020$		
100–125 125–150 150–175	5	1,5 2 3; 4; 6	$\pm 0,015$ $\pm 0,020$ $\pm 0,025$	$\pm 0,005$	0,004
175–200	4	2 3; 4; 6	$\pm 0,020$ $\pm 0,025$		0,006
200–225 225–250 250–275	3	3; 4; 6	$\pm 0,035$	$\pm 0,006$	0,006
275–300 300–325 325–350				$\pm 0,007$	0,007

Таблица 2.75

Диаметры проволок и роликов для измерения среднего диаметра метрической
резьбы (ГОСТ 2475–88), мм

Шаг, P	Диаметр, d_{D0}^*	Шаг, P	Диаметр, d_{D0}^*	Шаг, P	Диаметр, d_{D0}^*	Шаг, P	Диаметр, d_{D0}^*
0,075	0,045	0,225	0,130	0,700	0,404	2,500	1,445
0,080	0,048	0,250	0,144	0,750	0,433	3,000	1,732
0,090	0,052	0,300	0,173	0,800	0,462	4,000	2,309
0,100	0,058	0,350	0,202	1,000	0,577	4,500	2,598
0,125	0,073	0,400	0,231	1,250	0,722	5,000	2,887
0,150	0,088	0,450	0,260	1,500	0,866	5,500	3,175
0,175	0,101	0,500	0,289	1,750	1,010	6,000	3,464
0,200	0,115	0,600	0,346	2,000	1,155		

* d_{D0} – предпочтительный диаметр проволок – номинальный диаметр проволок, точки касания которого лежат на среднем диаметре резьбы симметричного профиля.

2.3.2. Калибры для контроля резьбовых соединений

Комплексный контроль осуществляется специальными средствами контроля – резьбовыми калибрами и индикаторными приборами.

Контроль с помощью *комплекта калибров* является основным методом контроля параметров резьбовых изделий в производственных условиях.

Комплект калибров для контроля параметров наружной резьбы:

- проходной резьбовой калибр-кольцо (или скоба) ПР (контролирует приведенный средний диаметр и одновременно внутренний диаметр резьбы); имеет полный профиль резьбы, должен навинчиваться на всю контролируемую резьбовую поверхность;
- непроходной резьбовой калибр-кольцо (или калибр-скоба) НЕ (контролирует наименьший средний диаметр); имеет укороченный профиль резьбы, должен навинчиваться на контролируемую резьбовую поверхность не более чем на один-два витка;
- гладкий калибр-скоба (или калибр-кольцо) ПР (контролирует наибольший наружный диаметр резьбы);
- гладкий калибр-скоба (или калибр-кольцо) НЕ (контролирует наименьший размер наружного диаметра резьбы).

Комплект калибров для контроля параметров внутренней резьбы:

- проходной резьбовой калибр-пробка ПР (контроль приведенного среднего диаметра и одновременно наружного диаметра резьбы); имеет полный профиль резьбы, должен полностью ввинчиваться в контролируемое резьбовое отверстие;
- непроходной резьбовой калибр-пробка НЕ (контроль наибольшего среднего диаметра внутренней резьбы); имеет укороченный профиль резьбы, должен ввинчиваться в контролируемое резьбовое отверстие не более чем на один-два витка;
- гладкий калибр-пробка ПР (контроль наименьшего предельного размера внутреннего диаметра резьбы);
- гладкий калибр-пробка НЕ (контроль наибольшего предельного размера внутреннего диаметра внутренней резьбы) [2].

Индикаторные приборы для комплексного измерения резьбы работают по следующей схеме – в качестве измерительного элемента используется составной калибр в виде гайки или болта, и измеряется расстояние между этими частями при введении их в соприкосновение с измеряемой резьбой после предварительной настройки по установочным калибрам или другим мерам. Индикаторные приборы для наружных резьб (БВ-6108) позволяют измерить резьбы диаметром от 10 до 50 мм, а для внутренних резьб (БВ-6102) – от 2 до 120 мм.

Технические требования и маркировка к резьбовым калибрам (ГОСТ 2016–86).
Конструктивные отличия резьбовых калибров:

- у непроходных калибров-пробок – наличие меньшего числа витков резьбы, чем у проходных;

- у непроходных калибров-колец – наличие меньшего числа витков и обязательная проточка по наружной цилиндрической поверхности;

- у вставки с укороченным профилем резьбы диаметром свыше 2,2 мм – один цилиндрический пояс;

- у насадки с укороченным профилем резьбы – два цилиндрических пояска.

На каждый калибр нанесена следующая информация:

- обозначение резьбы;
- обозначение поля допуска резьбы;
- обозначение назначения калибра (например, ПР, К-И);
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- на калибре с левой резьбой буквы «ЛН».

Материал для изготовления резьбовых калибров. Детали калибров с рабочими поверхностями производят из стали марки Х по ГОСТ 5950–73 или из стали ШХ-15 по ГОСТ 801–78.

Допускается изготовление вставок и насадок из стали У10А, У12А (ГОСТ 1435–99) и 9ХС (ГОСТ 5950–2000).

Рабочие поверхности резьбовых калибров хромируют или наносят другое износостойкое покрытие.

Твердость рабочих поверхностей резьбовых калибров – HRC , 54–64.

Параметры шероховатости Ra поверхностей рабочих калибров должны соответствовать следующим значениям:

- поверхность боковых сторон профиля резьбы – 0,4 мкм;
- поверхности по наружному диаметру профиля резьбы калибров-пробок – 0,8 мкм;
- поверхности по внутреннему диаметру профиля резьбы калибров-колец – 0,8 мкм;
- поверхность конуса хвостовиков вставок – 1,6 мкм;
- поверхность конуса отверстий металлических ручек – 2,5 мкм.

Стандартные буквенные обозначения параметров резьбовых калибров:

b_1 – ширина канавки резьбового калибра-кольца с полным профилем резьбы;

b_2 – ширина канавки резьбового калибра-пробки с полным профилем резьбы;

b_3 – ширина канавки резьбового калибра-пробки, калибра-кольца с укороченным профилем резьбы;

d – номинальный наружный диаметр наружной резьбы;

d_1 – номинальный внутренний диаметр наружной резьбы;

d_2 – номинальный средний диаметр наружной резьбы;

D – номинальный наружный диаметр внутренней резьбы;

D_1 – номинальный внутренний диаметр внутренней резьбы;

D_2 – номинальный средний диаметр внутренней резьбы;

EI – нижнее отклонение диаметров внутренней резьбы;
 es – верхнее отклонение диаметров наружной резьбы;
 F_1 – расстояние между линией среднего диаметра и вершиной укороченного профиля резьбы;
 F_3 – высота укороченного профиля резьбы калибра;
 H – высота исходного треугольника;
 H_1 – допуск гладкого калибра-пробки для внутренней резьбы;
 H_2 – допуск гладкого калибра-кольца или калибра-скобы для наружной резьбы;
 N_k – среднее значение длины свинчивания N ;
 P – шаг резьбы;
 r_1 – радиус закругления впадины профиля резьбового проходного и непроходного калибров-колец;
 r_2 – радиус закругления впадины профиля резьбового проходного и непроходного калибров-пробок;
 S – отклонение реального положения оси канавки b_3 относительно номинального;
 T_d – допуск наружного диаметра наружной резьбы;
 T_{d2} – допуск среднего диаметра наружной резьбы;
 T_{D1} – допуск внутреннего диаметра внутренней резьбы;
 T_{D2} – допуск среднего диаметра внутренней резьбы;
 T_P – допуск шага резьбы калибра;
 T_{PL} – допуск наружного и среднего диаметра резьбового проходного и непроходного калибров-пробок;
 T_R – допуск внутреннего и среднего диаметра резьбового проходного и непроходного калибров-колец;
 $T_{\alpha 1}$ – допуск угла наклона боковой стороны профиля резьбы калибра с полным профилем;
 $T_{\alpha 2}$ – допуск угла наклона боковой стороны профиля резьбы калибра с укороченным профилем;
 W_{GO} – величина среднедопустимого износа резьбовых калибров-пробок и калибров-колец;
 W_{NG} – величина среднедопустимого износа резьбовых непроходных калибров-пробок и калибров-колец;
 Z_1 – расстояние от середины поля допуска H_1 гладкого проходного калибра-пробки до проходного (нижнего) предела внутреннего диаметра внутренней резьбы; величина среднедопустимого износа гладкого проходного калибра-пробки;
 Z_2 – расстояние от середины поля допуска H_2 гладкого проходного калибра-кольца или калибра-скобы до проходного (верхнего) предела наружного диаметра наружной резьбы; величина среднедопустимого износа гладкого проходного калибра-кольца или гладкого проходного калибра-скобы;

Z_{PL} – расстояние от середины поля допуска T_{PL} резьбового проходного калибра-пробки до проходного (нижнего) предела среднего диаметра внутренней резьбы;

Z_R – расстояние от середины поля допуска T_R резьбового проходного калибра-кольца до проходного (верхнего) предела среднего диаметра наружной резьбы.

Допуски резьбовых калибров для метрической резьбы (ГОСТ 24997–2004).

Допуски и величины, определяющие положение полей допусков и предел износа резьбовых калибров и гладких калибров, приведены в табл. 2.76 и табл. 2.77.

Допускаемые предельные отклонения угла наклона боковой стороны профиля – в табл. 2.78.

Допуск шага резьбы калибров приведен в табл. 2.79.

Таблица 2.76

Допуски и величины, определяющие положение полей допусков
и предел износа резьбовых калибров, мкм

Допуск среднего диаметра $T_{d2}; T_{D2}$	T_R	T_{PL}	Z_R	Z_{PL}	W_{GO}		W_{NG}	
					Калибр ПР		Калибр НЕ	
					Кольцо	Пробка	Кольцо	Пробка
Св. 24 до 50	8	6	–4	0	10,0	8,0	7,0	6,0
Св. 50 до 80	10	7	–2	2	12,0	9,5	9,0	7,5
Св. 80 до 125	14	9	2	6	16,0	12,5	12,0	9,5
Св. 125 до 200	18	11	8	12	21,0	17,5	15,0	11,5
Св. 200 до 315	23	14	12	16	25,5	21,0	19,5	15,0
Св. 315 до 500	30	18	20	24	33,0	27,0	25,0	19,0
Св. 500 до 710	38	22	28	32	41,0	33,0	31,0	23,0
Св. 710 до 900	48	28	38	42	50,0	40,0	38,0	28,0

Таблица 2.77

Допуски и величины, определяющие положение полей
допусков гладких калибров, мкм

Допуск T_d наружного диаметра резьбы	H_2	Z_2	Допуск T_{D1} внутреннего диаметра резьбы	H_1	Z_1
Св. 36 до 85	8	8	Св. 38 до 100	8	9
Св. 85 до 140	10	20	Св. 100 до 180	10	22
Св. 140 до 335	16	38	Св. 180 до 375	16	38
Св. 335 до 850	30	54	Св. 375 до 710	26	52
Св. 850 до 950	42	60	Св. 710 до 1250	46	65

Таблица 2.78

Допускаемые предельные отклонения угла наклона боковой стороны
профиля резьбы калибров

Шаг резьбы P , мм	$T_{\alpha 1}/2$		$T_{\alpha 2}/2$		Шаг резьбы P , мм	$T_{\alpha 1}/2$		$T_{\alpha 2}/2$	
	Степень точности резьбы					Степень точности резьбы			
	2	3–10	2	3–10		2	3–10	2	3–10
0,20	–	60′	–	60′	1,25	8′	13′	8′	16′
0,25	–	48′	–	48′	1,50	8′	12′	8′	16′
0,30	–	40′	–	40′	1,75	7′	11′	7′	16′
0,35	–	35′	–	35′	2,00	7′	10′	7′	14′
0,40	–	31′	–	31′	2,50	6′	10′	6′	14′
0,45	–	26′	–	26′	3,00	6′	9′	6′	13′
0,50	–	25′	–	25′	3,50	–	9′	–	12′
0,60	–	21′	–	21′	4,00	–	8′	–	11′
0,70	–	18′	–	18′	4,50	–	8′	–	11′
0,75	–	17′	–	17′	5,00	–	8′	–	11′
0,80	12′	16′	12′	16′	5,50	–	8′	–	10′
1,00	10′	15′	10′	16′	6,00	–	8′	–	10′

Таблица 2.79

Допуск T_P шага резьбы калибров

Длина резьбы рабочей части калибра, мм	Допуск T_P , мкм		Длина резьбы рабочей части калибра, мм	Допуск T_P , мкм	
	Степень точности резьбы			Степень точности резьбы	
	2	3–10		2	3–10
До 12	3	4	Св. 32 до 50	5	6
Св.12 до 32	4	5	Св. 50 до 80	6	7

Исполнительные размеры диаметров резьбы калибров для контроля наружной и внутренней резьбы должны рассчитываться по формулам, указанным в табл. 2.80.

Размеры диаметров гладких калибров для контроля наружного диаметра наружной резьбы и внутреннего диаметра внутренней резьбы рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 2.81.

Таблица 2.80

Формулы расчета исполнительных размеров резьбовых калибров

Обозначение калибра	Наименование и назначение вида калибра	Наружный диаметр		Средний диаметр		Внутренний диаметр	
		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.
1	2	3	4	5	6	7	8
ПР (1)	Калибр-кольцо резьбовой проходной нерегулируемый	$d + es_d + T_{PL} + H/12$	–	$d_2 + es_{d2} - Z_R$	$\pm T_R/2$	$d_1 + es_{d1}$	$\pm T_R/2$
ПР (4)	Калибр-кольцо резьбовой проходной регулируемый	$d + es_d + T_{PL} + H/12$ по канавке или радиусу, не менее	–	Не регламентируются, а определяются калибрами У-ПР(5) и КПр-НЕ(3)		$d_1 + es_{d1}$	$\pm T_R/2$
ПР (7)	Калибр-скоба резьбовой проходной	Размеры и предельные отклонения не регламентируются, а определяются калибрами У-ПР(8) и КПр-НЕ(3)					
НЕ (9)	Калибр-скоба резьбовой непроходной	Размеры и предельные отклонения не регламентируются, а определяются калибрами У-НЕ(10) и КПр-НЕ(13)					
НЕ(11)	Калибр-кольцо резьбовой непроходной нерегулируемый	$d + es_d + T_{PL} + H/12$ по канавке или радиусу, не менее	–	$d_2 + es_{d2} - T_{d2} - T_R/2$	$\pm T_R/2$	$d_2 + es_{d2} - T_{d2} - T_R/2 - 2F_1$	$\pm T_R$
НЕ(14)	Калибр-кольцо резьбовой непроходной регулируемый	$d + es_d + T_{PL} + H/12$ по канавке или радиусу, не менее	–	Не регламентируются, а определяются калибрами У-НЕ(15) и КПр-НЕ(13)		$d_2 + es_{d2} - T_{d2} - T_R/2 - 2F_1$	$\pm T_R$
ПР (21)	Калибр-пробка резьбовой проходной	$D + EI_D + Z_{PL}$	$\pm T_{PL}$	$D_2 + EI_{D2} + Z_{PL}$	$\pm T_{PL}/2$	$D_1 + EI_{D1} - H/6$ по канавке или радиусу, не более	–
НЕ (22)	Калибр-пробка резьбовой непроходной	$D_2 + EI_{D2} + T_{D2} + T_{PL}/2 + 2F_1$	$\pm T_{PL}$	$D_2 + EI_{D2} + T_{D2} + T_{PL}/2$	$\pm T_{PL}/2$	$D_1 + EI_{D1} - H/6$ по канавке или радиусу, не более	–

1	2	3	4	5	6	7	8
ПР (26)	Калибр-скоба рез- бой проходной (с укороченным про- филем резьбы)	Размеры и предельные отклонения не регламентированы, а определяются калибрами КПР-ПР(28) и КПР-НЕ(29)					
ПР (27)	Калибр-кольцо рез- бой проходной не- регулируемый (с уко- роченным профилем резьбы)	$d + es_d + T_{PL} + H/12$ по канавке или ра- диусу, не менее	–	$d_2 + es_{d2} + m$	$\pm T_R/2$	$d_2 + es_{d2} + m -$ $- 2F_1$	$+T_R$
ПР (34)	Калибр-пробка резьбовой проход- ной (с укороченным профилем резьбы)	$D_2 + EI_{D2} + 2F_1$	$\pm T_{PL}$	$D_2 + EI_{D2}$	$\pm T_{PL}/2$	$D_1 + EI_{D1} -$ $- H/6$ по ка- навке или радиусу, не более	–

Формулы исполнительных размеров гладких калибров
для контроля диаметров резьбы

Обозначение калибра	Наименование и назначение вида калибра	Диаметр калибра	
		номин.	пред. откл.
ПР (17)	Калибр-кольцо гладкий проходной или калибр-скоба гладкий проходной	$d + es_d - Z_2$	$\pm H_2/2$
НЕ (18)	Калибр-кольцо гладкий непроходной или калибр- скоба гладкий непроходной	$d + es_d - T_D$	$\pm H_2/2$
ПР (23)	Калибр-пробка гладкий проходной	$D_1 + EI_{D1} + Z_1$	$\pm H_1/2$
НЕ (24)	Калибр-пробка гладкий непроходной	$D_1 + EI_{D1} + T_{D1}$	$\pm H_1/2$

Виды резьбовых калибров-пробок. Для контроля внутренней метрической резьбы существуют следующие виды резьбовых калибров-пробок и соответствующие им пределы контролируемых параметров:

- со вставками с полным профилем резьбы от 1 до 100 мм;
- со вставками с укороченным профилем резьбы от 2 до 100 мм.

**Пробки резьбовые со вставками с полным профилем резьбы
диаметром от 1 до 100 мм (ГОСТ 17756–72)**

Калибры-пробки резьбовые предназначены для контроля метрической резьбы по ГОСТ 16093–2004.

Конструкция и основные размеры резьбовых проходных калибров-пробок ПР приведены на рис. 2.65 и в табл. 2.82.

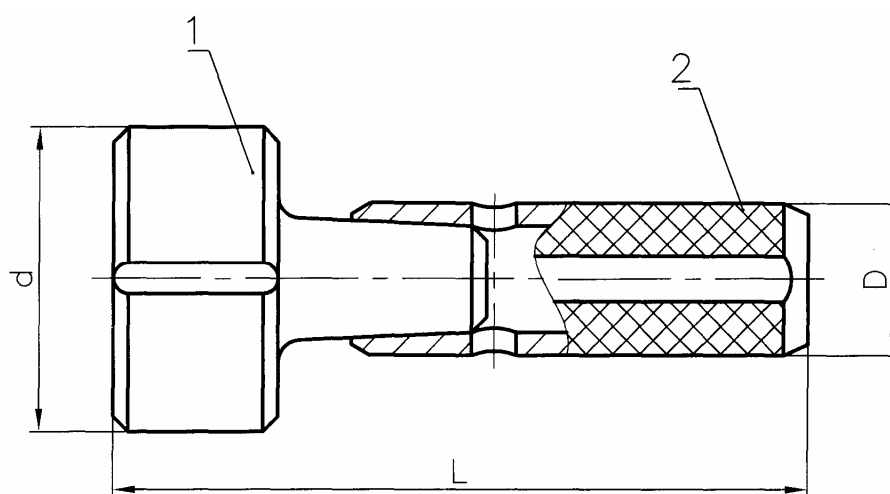


Рис. 2.65. Пробка резьбовая ПР:
1 – вставка; 2 – ручка

Конструкция и размеры вставок ПР приведены на рис. 2.66 и в табл. 2.82.

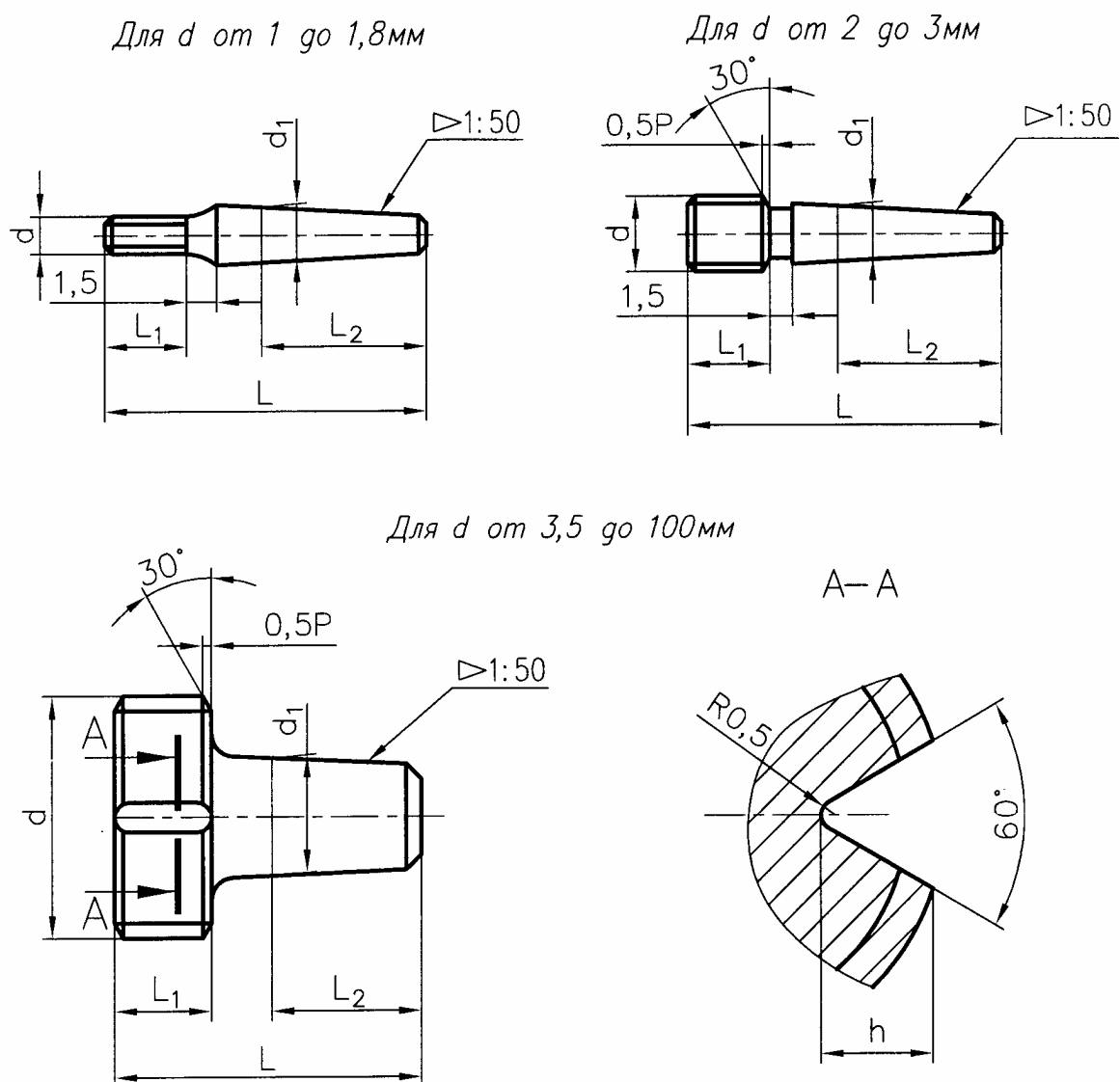


Рис. 2.66. Вставки ПР

Таблица 2.82

Размеры резьбовых пробок ПР и вставок ПР, мм

Обозначение калибра	d	P	D	L	L_1	L_2	d_1^*	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221-0001	1,0	0,25	6	19,5	4	11,5	1,5	—
8221-0002		0,20						
8221-0003	1,1	0,25						
8221-0004		0,20						
8221-0005	1,2	0,25						
8221-0006		0,20						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8221–0007 8221–0008	1,4	0,30 0,20	6	19,5	4	11,5	1,5	—	
8221–0009 8221–0010	1,6	0,35 0,20							
8221–0011 8221–0012	1,8	0,35 0,20							
8221–0013 8221–0014	2,0	0,40 0,25		20,5	5				
8221–0015 8221–0016	2,2	0,45 0,25							
8221–0017 8221–0018	2,5	0,45 0,35							
8221–0019 8221–0020	3,0	0,50 0,35		21,5	6				
8221–0021 8221–0022	3,5	0,60 0,35							
8221–0023 8221–0024	4,0	0,70 0,50							
8221–0025 8221–0026	4,5	0,75 0,50							
8221–0027 8221–0028	5,0	0,80 0,50							
8221–0029	5,5	0,50		8	22,0				6
8221–0030	6,0	1,00	24,0		8	1,00 0,75 —			
8221–0031		0,75	24,0		8				
8221–0032		0,50	22,0		6				
8221–0033	7,0	1,00	24,0		8	1,00 1,75 —			
8221–0034		0,75	24,0		8				
8221–0035		0,50	22,0		6				
8221–0036	8,0	1,25	26,0		10	1,25 1,00 0,75 —			
8221–0037		1,00	26,0		10				
8221–0038		0,75	24,0		8				
8221–0039		0,50	24,0		8				
8221–0040	9,0	1,25	26,0		10	1,25 1,00 0,75 —			
8221–0041		1,00	26,0	10					
8221–0042		0,75	24,0	8					
8221–0043		0,50	24,0	8					
8221–0044	10	1,50	28,0	12	1,50 1,25 1,00 0,75 —				
8221–0045		1,25	28,0	12					
8221–0046		1,00	26,0	10					
8221–0047		0,75	24,0	8					
8221–0048		0,50	24,0	8					
8221–0049	11	1,50	10	31,0	12	14,0	6,0	1,50	
8221–0050		1,00		29,0	10			1,00	
8221–0051		0,75		27,0	8			0,75	
8221–0052		0,50		27,0	8			—	

Продолжение табл. 2.82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221-0053	12	1,75	10	34	15	14	6	1,75
8221-0054		1,50		33	14			1,50
8221-0055		1,25		31	12			1,25
8221-0056		1,00		29	10			1,00
8221-0057		0,75		29	10			0,75
8221-0058		0,50		27	8			–
8221-0059	14	2,00		35	16			2,00
8221-0060		1,50		33	14			1,50
8221-0061		1,25		31	12			1,25
8221-0062		1,00		31	12			1,00
8221-0063		0,75		29	10			0,75
8221-0064		0,50		27	8			–
8221-0065	15	1,50	13	35	14	15	8	1,50
8221-0066		1,00		33	12			1,00
8221-0067	16	2,00		37	16			2,00
8221-0068		1,50		35	14			1,50
8221-0069		1,00		33	12			1,00
8221-0070		0,75		31	10			0,75
8221-0071		0,50		29	8			–
8221-0072	17	1,50		35	14			1,50
8221-0073		1,00		33	12			1,00
8221-0074	18	2,50		41	20			2,50
8221-0075		2,00		39	18			2,00
8221-0076		1,50		35	14			1,50
8221-0077		1,00		33	12			1,00
8221-0078		0,75		31	10			0,75
8221-0079		0,50		31	10			–
8221-0080	20	2,50	16	43	20	16	11	2,50
8221-0081		2,00		41	18			2,00
8221-0082		1,50		37	14			1,50
8221-0083		1,00		35	12			1,00
8221-0084		0,75		33	10			0,75
8221-0085		0,50		33	10			–
8221-0086	22	2,50		43	20			2,50
8221-0087		2,00		41	18			2,00
8221-0088		1,50		37	14			1,50
8221-0089		1,00		35	12			1,00
8221-0090		0,75		33	10			0,75
8221-0091		0,50		33	10			–
8221-0092	24	3,00		48	25			3,00
8221-0093		2,00		41	18			2,00
8221-0094		1,50		39	16			1,50
8221-0095		1,00		37	14			1,00
8221-0096		0,75		35	12			0,75

Продолжение табл. 2.82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221-0097	25	2,00	20	45	18	19	15	2,00
8221-0098		1,50		43	16			1,50
8221-0099		1,00		41	14			1,00
8221-0100	26	1,50		43	16			1,50
8221-0101	27	3,00		52	25			3,00
8221-0102		2,00		45	18			2,00
8221-0103		1,50		43	16			1,50
8221-0104		1,00		41	14			1,00
8221-0105	28	0,75		39	12			0,75
8221-0106		2,00		45	18			2,00
8221-0107		1,50		43	16			1,50
8221-0108	30	1,00		41	14			1,00
8221-0109		3,50		55	28			3,50
8221-0110		3,00		55	28			3,00
8221-0111		2,00		47	20			2,00
8221-0112		1,50		45	18			1,50
8221-0113		1,00		43	16			1,00
8221-0114	32	0,75		41	14			0,75
8221-0115		2,00	24	50	20	21	18	2,00
8221-0116	33	1,50		48	18			1,50
8221-0117		3,50		58	28			3,50
8221-0118		3,00		58	28			3,00
8221-0119		2,00		50	20			2,00
8221-0120		1,50		48	18			1,50
8221-0121		1,00		46	16			1,00
8221-0122	35	0,75		44	14			0,75
8221-0123		1,50		48	18			1,50
8221-0124	36	4,00		62	32			4,00
8221-0125		3,00		58	28			3,00
8221-0126		2,00		50	20			2,00
8221-0127		1,50		48	18			1,50
8221-0128		1,00		40	16			1,00
8221-0129	38	1,50		48	18			1,50
8221-0130	39	4,00		62	32			4,00
8221-0131		3,00		58	28			3,00
8221-0132		2,00		50	20			2,00
8221-0133		1,50		48	18			1,50
8221-0134		1,00		46	16			1,00
8221-0135	40	3,00		58	28			3,00
8221-0136		2,00		50	20			2,00
8221-0137		1,50		48	18			1,50
8221-0138	42	4,50	28	72	38	24	21	4,50
8221-0139		4,00		70	36			4,00
8221-0140		3,00		62	28			3,00
8221-0141		2,00		56	22			2,00
8221-0142		1,50		54	20			1,50
8221-0143		1,00		52	18			1,00

Продолжение табл. 2.82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221-0144	45	4,50	28	72	38	24	21	4,50
8221-0145		4,00		70	36			4,00
8221-0146		3,00		62	28			3,00
8221-0147		2,00		56	22			2,00
8221-0148		1,50		54	20			1,50
8221-0149		1,00		52	18			1,00
8221-0150	48	5,00		76	42			5,00
8221-0151		4,00		70	36			4,00
8221-0152		3,00		62	28			3,00
8221-0153		2,00		56	22			2,00
8221-0154		1,50		54	20			1,50
8221-0155		1,00		52	18			1,00
8221-0156	50	3,00		62	28			3,00
8221-0157		2,00		56	22			2,00
8221-0158		1,50		54	20			1,50
8221-0159	52	5,00		76	42			5,00
8221-0160		4,00		70	36			4,00
8221-0161		3,00		62	28			3,00
8221-0162		2,00		56	22			2,00
8221-0163		1,50		54	20			1,50
8221-0164		1,00		52	18			1,00
8221-0165	55	4,00		70	36			4,00
8221-0166		3,00		62	28			3,00
8221-0167		2,00		56	22			2,00
8221-0168		1,50		54	20			1,50
8221-0169	56	5,5		84	50			5,5
8221-0170		4,0		70	36			4,0
8221-0171		3,0		62	28			3,0
8221-0172		2,0		56	22			2,0
8221-0173		1,5		54	20			1,5
8221-0174		1,0		52	18			1,0
8221-0175	58	4,0		70	36			4,0
8221-0176		3,0		62	28			3,0
8221-0177		2,0		56	22			2,0
8221-0178		1,5		54	20			1,5
8221-0179	60	5,5		84	50			5,5
8221-0180		4,0		70	36			4,0
8221-0181		3,0		62	28			3,0
8221-0182		2,0		56	22			2,0
8221-0183		1,5		54	20			1,5
8221-0184		1,0		52	18			1,0
8221-0185	62	4,0		70	36			4,0
8221-0186		3,0		62	28			3,0
8221-0187		2,0		59	25			2,0
8221-0188		1,5		56	22			1,5

Продолжение табл. 2.82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221-0189	64	6,0	28	90	56	24	24	6,0
8221-0190		4,0		70	36			4,0
8221-0191		3,0		62	28			3,0
8221-0192		2,0		59	25			2,0
8221-0193		1,5		56	22			1,5
8221-0194		1,0		52	18			1,0
8221-0195	66	4,0		70	36			4,0
8221-0196		3,0		62	28			3,0
8221-0197		2,0		59	25			2,0
8221-0198		1,5		56	22			1,5
8221-0199	68	6,0		90	56			6,0
8221-0200		4,0		70	36			4,0
8221-0201		3,0		62	28			3,0
8221-0202		2,0		59	25			2,0
8221-0203		1,5		56	22			1,5
8221-0204		1,0		52	18			1,0
8221-0205	70	6,0		90	56			6,0
8221-0206		4,0		72	38			4,0
8221-0207		3,0		64	30			3,0
8221-0208		2,0		59	25			2,0
8221-0209		1,5		56	22			1,5
8221-0210	72	6,0	32	96	56	30	24	6,0
8221-0211		4,0		78	38			4,0
8221-0212		3,0		70	30			3,0
8221-0213		2,0		65	25			2,0
8221-0214		1,5		62	22			1,5
8221-0215		1,0		60	20			1,0
8221-0216	75	4,0		78	38			4,0
8221-0217		3,0		70	30			3,0
8221-0218		2,0		65	25			2,0
8221-0219		1,5		62	22			1,5
8221-0220	76	6,0		96	56			6,0
8221-0221		4,0		78	38			4,0
8221-0222		3,0		70	30			3,0
8221-0223		2,0		65	25			2,0
8221-0224		1,5		62	22			1,5
8221-0225		1,0		60	20			1,0
8221-0226	78	2,0		65	25			2,0
8221-0227	80	6,0		96	56			6,0
8221-0228		4,0		78	38			4,0
8221-0229		3,0		70	30			3,0
8221-0230		2,0		65	25			2,0
8221-0231		1,5		62	22			1,5
8221-0232		1,0		60	20			1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8221–0233	82	2,0	32	65	25	30	24	2,0
8221–0234	85	6,0		96	56			6,0
8221–0235		4,0		78	38			4,0
8221–0236		3,0		70	30			3,0
8221–0237		2,0		65	25			2,0
8221–0238		1,5		62	22			1,5
8221–0239	90	6,0		100	60			6,0
8221–0240		4,0		80	40			4,0
8221–0241		3,0		72	32			3,0
8221–0242		2,0		68	28			2,0
8221–0243		1,5		65	25			1,5
8221–0244	95	6,0		103	63			6,0
8221–0245		4,0		80	40			4,0
8221–0246		3,0		72	32			3,0
8221–0247		2,0		68	28			2,0
8221–0248		1,5		65	25			1,5
8221–0249	100	6,0		103	63			6,0
8221–0250		4,0		80	40			4,0
8221–0251		3,0		72	32			3,0
8221–0252		2,0		68	28			2,0
8221–0253		1,5		65	25			1,5

* Поле допуска h9.

**Пробки резьбовые со вставками с укороченным профилем резьбы
диаметром от 2 до 100 мм (ГОСТ 17757–72)**

Калибры-пробки резьбовые предназначены для контроля метрической резьбы по ГОСТ 16093–2004.

Конструкция и основные размеры резьбового непроходного калибра-пробки НЕ приведены на рис. 2.67 и в табл. 2.83.

Конструкция и размеры вставок НЕ приведены на рис. 2.68 и в табл. 2.83.

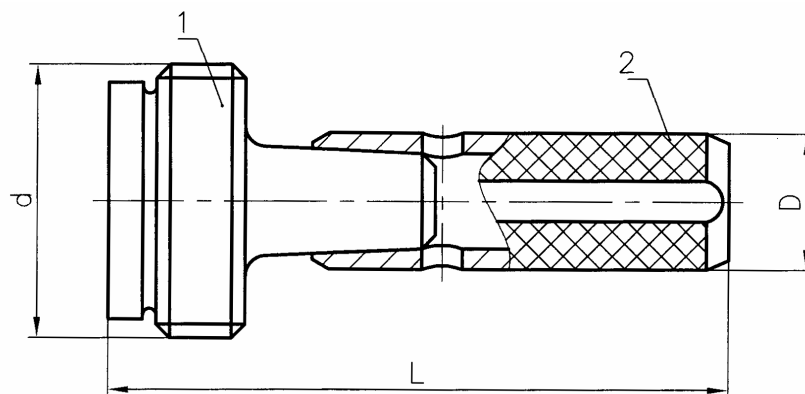


Рис. 2.67. Пробка резьбовая НЕ:

1 – вставка; 2 – ручка

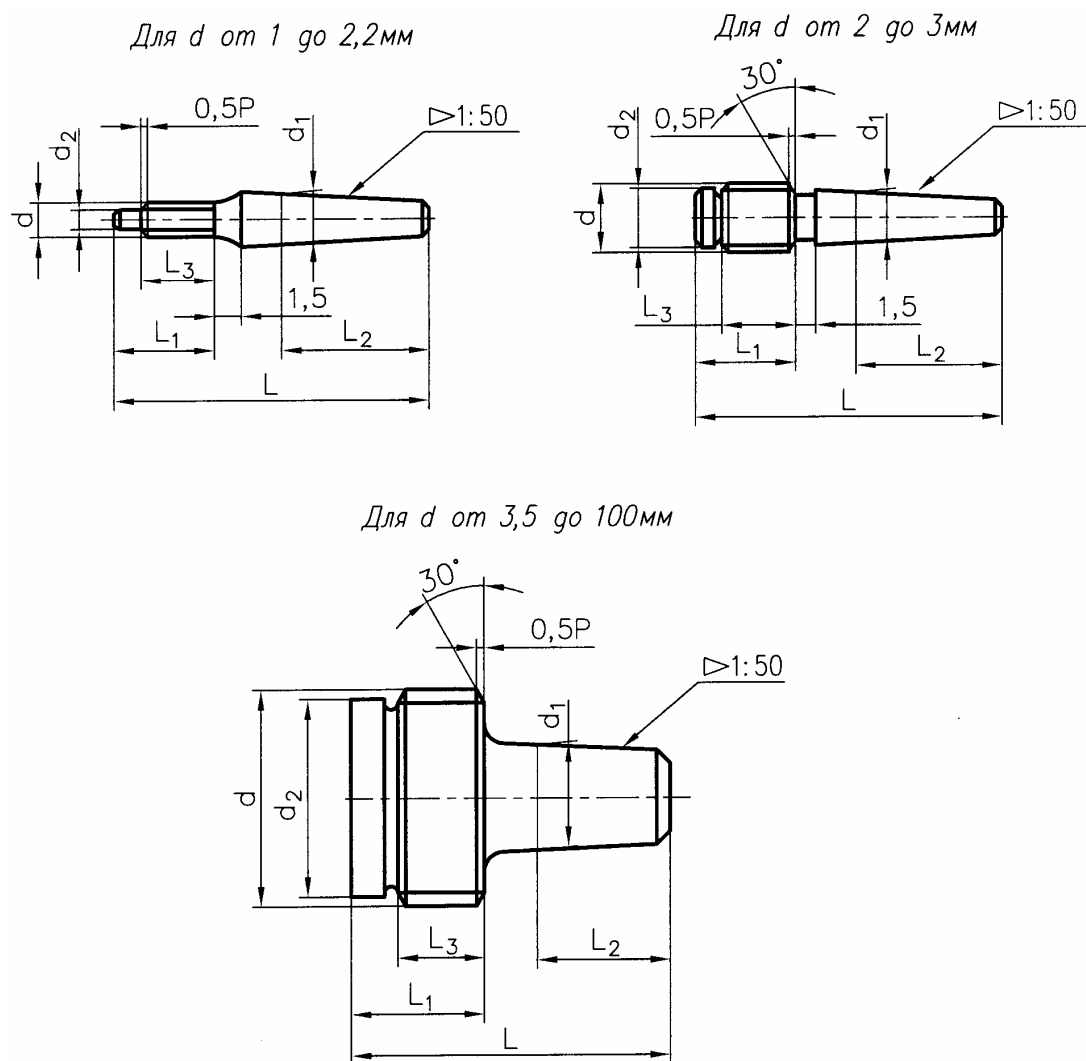


Рис. 2.68. Вставки НЕ

Таблица 2.83

Размеры резьбовых пробок НЕ и вставок НЕ, мм

Обозначение калибра	d	P	D	L	L_1	L_2	L_3	d_1^*	D_2^{**}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221-1013	2,0	0,40	6	19,5	4,0	11,5	2,00	2,5	1,4
8221-1015	2,2	0,45					2,25		1,6
8221-1017	2,5	0,45					2,25		1,8
8221-1019	3,0	0,50					2,50		2,2
8221-1021	3,5	0,60		20,5	5,0		3,00		2,6
8221-1023	4,0	0,70		21,0	5,5		3,50		2,9
8221-1024		0,50		20,0	4,5		2,50		3,2
8221-1025	4,5	0,75		21,5	6,0		4,00		3,4
8221-1026		0,50		20,0	4,5		2,50		3,7
8221-1027	5,0	0,80		21,5	6,0		4,00		3,8
8221-1028		0,50		20,0	4,5		2,50		4,2

Продолжение табл. 2.83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221–1029	5,5	0,50	8	20,5	4,5	12	2,5	4	4,7
8221–1030	6,0	1,00		23,5	7,5		5,0		4,5
8221–1031		0,75		23,0	7,0		4,0		4,8
8221–1032		0,50		20,5	4,5		2,5		5,2
8221–1033		1,00		23,5	7,5		5,0		5,5
8221–1034	7,0	0,75		23,0	7,0		4,0		5,8
8221–1035		0,50		20,5	4,5		2,5		6,2
8221–1036	8,0	1,25		26,0	10,0		7,0		6,1
8221–1037		1,00		24,5	8,5		5,0		6,5
8221–1038		0,75		23,0	7,0		4,0		6,8
8221–1039		0,50		21,5	5,5		2,5		7,2
8221–1040	9,0	1,25		26,0	10,0		7,0		7,1
8221–1041		1,00		24,5	8,5		5,0		7,5
8221–1042		0,75		23,0	7,0		4,0		7,8
8221–1043		0,50		21,5	5,5		2,5		8,2
8221–1044	10	1,50		27,5	11,5		8,0		7,7
8221–1045		1,25		27,0	11,0		7,0		8,1
8221–1046		1,00		24,5	8,5		5,0		8,4
8221–1047		0,75		23,0	7,0		4,0		8,8
8221–1048		0,50		21,5	5,5		2,5		9,2
8221–1049	11	1,50	10	30,5	11,5	14	8,0	6	8,7
8221–1050		1,00		27,5	8,5		5,0		9,4
8221–1051		0,75		26,0	7,0		4,0		9,8
8221–1052		0,50		24,5	5,5		2,5		10,2
8221–1053	12	1,75		32,0	13,0		9,0		9,3
8221–1054		1,50		31,0	12,0		8,0		9,7
8221–1055		1,25		30,0	11,0		7,0		10,1
8221–1056		1,00		27,5	8,5		5,0		10,4
8221–1057		0,75		27,0	8,0		4,0		10,9
8221–1058		0,50		24,5	5,5		2,5		11,1
8221–1059	14	2,00		33,5	14,5		10,0		11,0
8221–1060		1,50		31,0	12,0		8,0		11,7
8221–1061		1,25		30,0	11,0		7,0		12,1
8221–1062		1,00		28,5	9,5		5,0		12,4
8221–1063		0,75		27,0	8,0		4,0		12,8
8221–1064		0,50		24,5	5,5		2,5		13,1
8221–1065	15	1,50	13	33,0	12,0	15	8,0	8	12,7
8221–1066		1,00		30,5	9,5		5,0		13,4
8221–1067	16	2,00		35,5	14,5		10,0		13,0
8221–1068		1,50		33,0	12,0		8,0		13,7
8221–1069		1,00		30,5	9,5		5,0		14,4
8221–1070		0,75		29,0	8,0		4,0		14,8
8221–1071		0,50		26,5	5,5		2,5		15,1
8221–1072	17	1,50		33,0	12,0		8,0		14,7
8221–1073		1,00		30,5	9,5		5,0		15,4

Продолжение табл. 2.83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221–1074	18	2,50	13	38,5	17,5	15	13,0	8	14,2
8221–1075		2,00		35,5	14,5		10,0		15,0
8221–1076		1,50		33,0	12,0		8,0		15,7
8221–1077		1,00		30,5	9,5		5,0		16,4
8221–1078		0,75		25,0	8,0		4,0		16,8
8221–1079		0,50		27,5	6,5		2,5		17,1
8221–1080	20	2,50		40,5	17,5		13,0		16,2
8221–1081		2,00		37,5	14,5		10,0		17,0
8221–1082		1,50		35,0	12,0		8,0		17,7
8221–1083		1,00		32,5	9,5		5,0		18,4
8221–1084		0,75		31,0	8,0		4,0		18,8
8221–1085		0,50		29,5	6,5		2,5		19,1
8221–1086	22	2,50	16	40,5	17,5	16	13,0	11	18,2
8221–1087		2,00		37,5	14,5		10,0		19,0
8221–1088		1,50		35,0	12,0		8,0		19,7
8221–1089		1,00		32,5	9,5		5,0		20,4
8221–1090		0,75		31,0	8,0		4,0		20,8
8221–1091		0,50		29,5	6,5		2,5		21,1
8221–1092	24	3,00		43,5	20,5		15,0		19,5
8221–1093		2,00		37,5	14,5		10,0		21,0
8221–1094		1,50		36,5	13,5		8,0		21,7
8221–1095		1,00		33,5	10,5		5,0		22,4
8221–1096		0,75		31,5	8,5		4,0		22,7
8221–1097	25	2,00	20	41,5	14,5	19	10,0	15	22,0
8221–1098		1,50		40,5	13,5		8,0		22,7
8221–1099		1,00		37,5	10,5		5,0		23,4
8221–1100	26	1,50		40,5	13,5		8,0		23,7
8221–1101	27	3,00		47,5	20,5		15		22,5
8221–1102		2,00		41,5	14,5		10		24,0
8221–1103		1,50		40,5	13,5		8		24,7
8221–1104		1,00		37,5	10,5		5		25,4
8221–1105		0,75		35,5	8,5		4		25,7
8221–1106	28	2,00		41,5	14,5		10		25,0
8221–1107		1,50		40,5	13,5		8		25,7
8221–1108		1,00		37,5	10,5		5		26,4
8221–1109	30	3,50		51,0	24,0		18		24,5
8221–1110		3,00		47,5	20,5		15		25,5
8221–1111		2,00		41,5	14,5		10		27,0
8221–1112		1,50		40,5	13,5		8		27,7
8221–1113		1,00		37,5	10,5		5		28,4
8221–1114		0,75		36,5	9,5		4		28,7
8221–1115	32	2,00	24	44,5	14,5	21	10	18	29,0
8221–1116		1,50		43,5	13,5		8		29,7
8221–1117	33	3,50		54,0	24,0		18		27,5
8221–1118		3,00		50,5	20,5		15		28,5

Продолжение табл. 2.83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221-1119	33	2,00	24	44,5	14,5	21	10	18	30,0
8221-1120		1,50		43,5	13,5		8		30,7
8221-1121		1,00		40,5	10,5		5		31,4
8221-1122		0,75		39,5	9,5		4		31,7
8221-1123	35	1,50		43,5	13,5		8		32,7
8221-1124	36	4,00		57,0	27,0		20		30,0
8221-1125		3,00		50,5	20,5		15		31,5
8221-1126		2,00		46,0	16,0		10		33,0
8221-1127		1,50		43,5	13,5		8		33,7
8221-1128		1,00		41,5	11,5		5		34,4
8221-1129	38	1,50		44,0	14,0		8		35,7
8221-1130	39	4,00		57,0	27,0		20		33,0
8221-1131		3,00		50,5	20,5		15		34,5
8221-1132		2,00		46,0	16,0		10		36,0
8221-1133		1,50		44,0	14,0		8		36,7
8221-1134		1,00		42,5	12,5		5		37,4
8221-1135		3,00		50,5	20,5	24	15		35,5
8221-1136	40	2,00		46,0	16,0		10		37,0
8221-1137		1,50		44,0	14,0		8		37,7
8221-1138		4,50		64,0	30,0		22		35,0
8221-1139	42	4,00		61,0	27,0		20		36,0
8221-1140		3,00		54,5	20,5		15		37,5
8221-1141		2,00		50,0	16,0		10		39,0
8221-1142		1,50		48,0	14,0		8		39,7
8221-1143		1,00		46,5	12,5		5		40,4
8221-1144		4,50		64,0	30,0		22		38,0
8221-1145	45	4,00		61,0	27,0		20		39,0
8221-1146		3,00		54,5	20,5		15		40,5
8221-1147		2,00		50,0	16,0		10		42,0
8221-1148		1,50		48,0	14,0		8		42,7
8221-1149		1,00		46,5	12,5		5		43,4
8221-1150		5,00	28	67,5	33,5		25	21	40,5
8221-1151	48	4,00		62,0	28,0		20		42,0
8221-1152		3,00		56,0	22,0		15		43,5
8221-1153		2,00		50,0	16,0		10		45,0
8221-1154		1,50		48,0	14,0		8		45,7
8221-1155		1,00		46,5	12,5		5		46,4
8221-1156	50	3,00		56,0	22,0		15		45,5
8221-1157		2,00		50,0	16,0		10		47,0
8221-1158		1,50		48,0	14,0		8		47,7
8221-1159	52	5,00		67,5	33,5		25		44,5
8221-1160		4,00		62,0	28,5		20		46,0
8221-1161		3,00		56,0	22,0		15		47,5
8221-1162		2,00		50,0	16,0		10		49,0
8221-1163		1,50		48,0	14,0		8		49,7
8221-1164		1,00		46,5	12,5		5		50,4

Продолжение табл. 2.83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221-1165	55	4,0	28	62,0	28,0	24	20	21	49,0
8221-1166		3,0		56,0	22,0		15		50,4
8221-1167		2,0		50,5	16,5		10		51,8
8221-1168		1,5		49,0	15,5		8		52,5
8221-1169	56	5,5		72,0	38,0		28		47,5
8221-1170		4,0		62,0	28,0		20		50,0
8221-1171		3,0		56,0	22,0		15		51,4
8221-1172		2,0		50,5	16,5		10		52,8
8221-1173		1,5		49,5	15,5		8		53,5
8221-1174		1,0		46,5	12,5		5		54,2
8221-1175	58	4,0		62,0	28,0		20		52,0
8221-1176		3,0		56,0	22,0		15		53,4
8221-1177		2,0		50,5	16,5		10		54,8
8221-1178		1,5		49,5	15,5		8		55,5
8221-1179	60	5,5		72,0	38,0		28		51,5
8221-1180		4,0		62,0	28,0		20		54,0
8221-1181		3,0		56,0	22,0		15		55,4
8221-1182		2,0		50,5	16,5		10		56,8
8221-1183		1,5		49,5	15,5		8		57,5
8221-1184		1,0		46,5	12,5		5		58,2
8221-1185	62	4,0		62,0	28,0		20		56,0
8221-1186		3,0		56,0	22,0		15		57,4
8221-1187		2,0		50,5	16,5		10		58,8
8221-1188		1,5		49,5	15,5		8		59,5
8221-1189	64	6,0		75,0	41,0		30		55,0
8221-1190		4,0		62,0	28,0		20		58,0
8221-1191		3,0		56,0	22,0		15		59,4
8221-1192		2,0		50,5	16,5		10		60,8
8221-1193		1,5		49,5	15,5		8		61,5
8221-1194		1,0		46,5	12,5		5		62,2
8221-1195	66	4,0		62,0	28,0		20		59,0
8221-1196		3,0		56,0	22,0		15		60,4
8221-1197		2,0		50,5	16,5		10		61,8
8221-1198		1,5		49,5	15,5		8		62,5
8221-1199	68	6,0		75,0	41,0		30		59,0
8221-1200		4,0		62,0	28,0		20		62,0
8221-1201		3,0		56,0	22,0		15		63,4
8221-1202		2,0		50,5	16,5		10		64,8
8221-1203		1,5		49,5	15,5		8		65,5
8221-1204		1,0		46,5	12,5		5		66,2
8221-1205	70	6,0		75,0	41,0		30		61,0
8221-1206		4,0		62,0	28,0		20		64,0
8221-1207		3,0		56,0	22,0		15		65,4
8221-1208		2,0		51,5	17,5		10		66,8
8221-1209		1,5		49,5	15,5		8		67,9

Окончание табл. 2.83

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8221–1210	72	6,0	32	81,0	41,0	30	30	24	62,5
8221–1211		4,0		68,0	28,0		20		66,0
8221–1212		3,0		62,0	22,0		15		67,4
8221–1213		2,0		57,5	17,5		10		68,8
8221–1214		1,5		55,5	15,5		8		69,5
8221–1215		1,0		53,5	13,5		5		70,2
8221–1216	75	4,0		68,0	28,0		20		69,0
8221–1217		3,0		62,0	22,0		15		70,4
8221–1218		2,0		57,5	17,5		10		71,8
8221–1219		1,5		55,5	15,5		8		72,5
8221–1220	76	6,0		81,0	41,0		30		66,5
8221–1221		4,0		68,0	28,0		20		70,0
8221–1222		3,0		62,0	22,0		15		71,4
8221–1223		2,0		57,5	17,5		10		72,8
8221–1224		1,5		55,5	15,5		8		73,5
8221–1225		1,0		53,5	13,5		5		74,2
8221–1226	78	2,0		57,5	17,5		10		74,8
8221–1227	80	6,0		81,0	41,0		30		70,5
8221–1228		4,0		68,0	28,0		20		74,0
8221–1229		3,0		62,0	22,0		15		75,4
8221–1230		2,0		57,5	17,5		10		76,8
8221–1231		1,5		55,5	15,5		8		77,5
8221–1232		1,0		53,5	13,5		5		78,2
8221–1233	82	2,0		57,5	17,5		10		78,8
8221–1234	85	6,0		82,0	42,0		30		75,5
8221–1235		4,0		69,0	29,0		20		79,0
8221–1236		3,0		63,5	23,5		15		80,4
8221–1237		2,0		57,5	17,5		10		81,8
8221–1238		1,5		55,5	15,5		8		82,5
8221–1239	90	6,0		82,0	42,0		30		80,5
8221–1240		4,0		69,0	29,0		20		84,0
8221–1241		3,0		63,5	23,5		15		85,4
8221–1242	90	2,0		59,0	19,0		10		86,8
8221–1243		1,5		56,5	16,5		8		87,5
8221–1244	95	6,0		82,0	42,0		30		85,5
8221–1245		4,0		69,0	29,0		20		89,0
8221–1246		3,0		63,5	23,5		15		90,4
8221–1247		2,0		59,0	19,0		10		91,8
8221–1248		1,5		56,5	16,5		8		92,5
8221–1249	100	6,0		82,0	42,0		30		90,5
8221–1250		4,0		69,0	29,0		20		94,0
8221–1251		3,0		63,5	23,5		15		95,4
8221–1252		2,0		59,0	19,0		10		96,8
8221–1253		1,5		56,5	16,5		8		97,5

* Поле допуска h9.

** Поле допуска h13.

**Резьбовые кольца диаметром от 1 до 100 мм
(ГОСТ 17763–72 и ГОСТ 17764–72)**

Кольца резьбовые предназначены для контроля метрической резьбы по ГОСТ 16093–2004.

ГОСТ 17763–72 распространяется на кольца резьбовые проходные с полным профилем резьбы.

Конструкция и основные размеры резьбовых проходных калибров-колец ПР приведены на рис. 2.69 и в табл. 2.84.

ГОСТ 17764–72 распространяется на кольца резьбовые непроходные с укороченным профилем резьбы.

Конструкция и размеры резьбовых непроходных калибров-колец НЕ приведены на рис. 2.70 и в табл. 2.84.

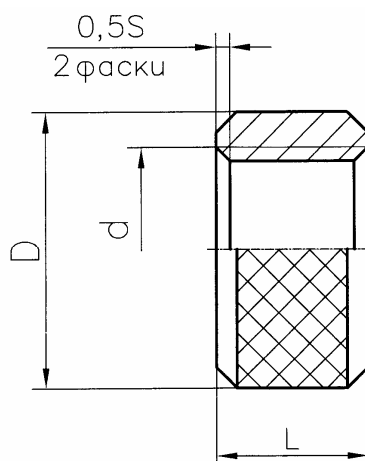


Рис. 2.69. Кольцо ПР

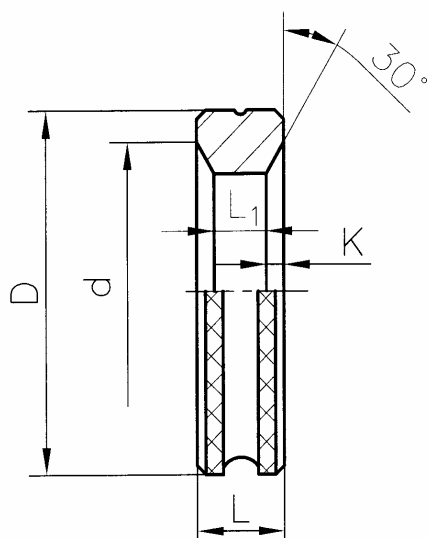


Рис. 2.70. Кольцо НЕ

Таблица 2.84

Размеры резьбовых колец ПР и колец НЕ, мм

Обозначение колец ПР	Обозначение колец НЕ	d	P	D	L	L_1	L_2	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211–0001 8211–0002	–	1,0	0,25 0,20	15	2,5	–	–	–
8211–0003 8211–0004		1,1	0,25 0,20					
8211–0005 8211–0006		1,2	0,25 0,20					
8211–0007 8211–0008		1,4	0,30 0,20					
8211–0009 8211–0010		1,6	0,35 0,20					
8211–0011 8211–0012		1,8	0,35 0,20					
8211–0013 8211–0014	8211–1013 –	2,0	0,40 0,25	18	3,0	3,0	1,6 –	0,7 –
8211–0015 8211–0016	8211–1015 –	2,2	0,45 0,25				1,8 –	0,6 –
8211–0017 8211–0018	8211–1017 –	2,5	0,45 0,35				1,8 –	0,6 –
8211–0019 8211–0020	8211–1019 –	3,0	0,50 0,35		4,0 3,0		2,0 –	0,5 –
8211–0021 8211–0022	8211–1021 –	3,5	0,60 0,35		4,0 3,0		2,4 –	0,3 –
8211–0023 8211–0024	8211–1023 8211–1024	4,0	0,70 0,50	22	5,0	5,0	2,8 2,0	1,1 1,5
8211–0025 8211–0026	8211–1025 8211–1026	4,5	0,75 0,50		6,0 5,0		3,0 2,0	1,0 1,5
8211–0027 8211–0028	8211–1027 8211–1028	5,0	0,80 0,50		6,0 5,0		3,2 2,0	0,9 1,5
8211–0029	8211–1029	5,5	0,50		5,5		2,0	1,5
8211–0030 8211–0031 8211–0032	8211–1030 8211–1031 8211–1032	6,0	1,00 0,75 0,50		7,5 6,0 5,0		4,0 3,0 2,0	0,5 1,0 1,5
8211–0033 8211–0034 8211–0035	8211–1033 8211–1034 8211–1035	7,0	1,00 0,75 0,50		7,5 6,0 5,0		4,0 3,0 2,0	0,5 1,0 1,5
8211–0036 8211–0037 8211–0038 8211–0039	8211–1036 8211–1037 8211–1038 8211–1039	8,0	1,25 1,00 0,75 0,50	28	10,0 8,0 7,1 5,0	6,0 5,0	4,8 4,0 3,0 2,0	0,6 1,0 1,5 2,0

Продолжение табл. 2.84

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211-0040	8211-1040	9,0	1,25	28	10,0	6,0	4,8	0,6
8211-0041	8211-1041		1,00		8,0		4,0	1,0
8211-0042	8211-1042		0,75		7,1		3,0	1,5
8211-0043	8211-1043		0,50		6,0		2,0	2,0
8211-0044	8211-1044	10	1,50		12,0	8,0	—	—
8211-0045	8211-1045		1,25		10,0		5,0	1,5
8211-0046	8211-1046		1,00		8,0		4,0	0,5
8211-0047	8211-1047		0,75		7,1		3,0	1,0
8211-0048	8211-1048	11	0,50		6,0	5,0	2,0	1,5
8211-0049	8211-1049		1,50		12,0		—	—
8211-0050	8211-1050		1,00		8,0		4,0	0,5
8211-0051	8211-1051		0,75		7,1		3,0	1,0
8211-0052	8211-1052	12	0,50	34	6,0	9,0	2,0	1,5
8211-0053	8211-1053		1,75		15,0		—	—
8211-0054	8211-1054		1,50		13,0		—	—
8211-0055	8211-1055		1,25		11,0	8,0	5,0	1,5
8211-0056	8211-1056	14	1,00		9,0		—	—
8211-0057	8211-1057		0,75		7,1		3,0	1,00
8211-0058	8211-1058		0,50		6,0		2,0	1,50
8211-0059	8211-1059		2,00		14,0	10,0	—	—
8211-0060	8211-1060	15	1,50		13,0		8,0	—
8211-0061	8211-1061		1,25		11,0		5,0	1,0
8211-0062	8211-1062		1,00		10,0	5,0	4,0	0,50
8211-0063	8211-1063	16	0,75		8,0		3,0	1,00
8211-0064	8211-1064		0,50		7,1		2,0	1,50
8211-0065	8211-1065		1,50		13,0	8,0	—	—
8211-0066	8211-1066	17	1,00		10,0		4,0	1,00
8211-0067	8211-1067		2,00		14,0		—	—
8211-0068	8211-1068		1,50		13,0		8,0	—
8211-0069	8211-1069	18	1,00	40	10,0	12,5	4,0	0,50
8211-0070	8211-1070		0,75		8,0		3,0	1,00
8211-0071	8211-1071		0,50		7,1		2,0	1,50
8211-0072	8211-1072		1,50		13,0	8,0	—	—
8211-0073	8211-1073	20	1,00		10,0		4,0	0,50
8211-0074	8211-1074		2,50		18,0		—	—
8211-0075	8211-1075		2,00		16,0		—	—
8211-0076	8211-1076		1,50		13,0	6,0	—	—
8211-0077	8211-1077	20	1,00		10,0		4,0	1,00
8211-0078	8211-1078		0,75		8,0		3,0	1,50
8211-0079	8211-1079		0,50		8,0		2,0	2,00
8211-0080	8211-1080		2,50		18	8,0	—	—
8211-0081	8211-1081	20	2,00		16		—	—
8211-0082	8211-1082		1,50		13		—	—

Продолжение табл. 2.84

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211–0083	8211–1083	20	1,00	40	10		4,0	1,00
8211–0084	8211–1084		0,75		8	6,0	3,0	1,50
8211–0085	8211–1085		0,50		8		2,0	2,00
8211–0086	8211–1086	22	2,50	48	18	12,5		
8211–0087	8211–1087		2,00		16	10,0	–	–
8211–0088	8211–1088		1,50		13	8,0		
8211–0089	8211–1089		1,00		10		4,0	1,00
8211–0090	8211–1090		0,75		8	6,0	3,0	1,50
8211–0091	8211–1091		0,50		8		2,0	2,00
8211–0092	8211–1092	24	3,00		22	15,0		
8211–0093	8211–1093		2,00		16	10,0	–	–
8211–0094	8211–1094		1,50		16	8,0		
8211–0095	8211–1095		1,00		12		4,0	1,0
8211–0096	8211–1096		0,75		10	6,0	3,0	1,5
8211–0097	8211–1097	25	2,00		16	10,0	–	–
8211–0098	8211–1098		1,50		16	8,0	–	–
8211–0099	8211–1099		1,00		12	6,0	4,0	1,0
8211–0100	8211–1100	26	1,50		16	8,0	–	–
8211–0101	8211–1101	27	3,00		22	15,0		
8211–0102	8211–1102		2,00		16	10,0	–	–
8211–0103	8211–1103		1,50		16	8,0		
8211–0104	8211–1104		1,00		12		4,0	1,0
8211–0105	8211–1105		0,75		10	6,0	3,0	1,5
8211–0106	8211–1106	28	2,00	56	16	10,0	–	–
8211–0107	8211–1107		1,50		16	8,0	–	–
8211–0108	8211–1108		1,00		12	6,0	4,0	1,0
8211–0109	8211–1109	30	3,50		25	18,0		
8211–0110	8211–1110		3,00		25	15,0	–	–
8211–0111	8211–1111		2,00		18	10,0		
8211–0112	8211–1112		1,50		16	8,0		
8211–0113	8211–1113		1,00		14		4,0	1,0
8211–0114	8211–1114		0,75		12	6,0	3,0	1,5
8211–0115	8211–1115	32	2,00		18	10,0	–	–
8211–0116	8211–1116		1,50		16	8,0		
8211–0117	8211–1117	33	3,50		25	18,0		
8211–0118	8211–1118		3,00		25	15,0	–	–
8211–0119	8211–1119		2,00		18	10,0		
8211–0120	8211–1120		1,50		16	8,0	–	–
8211–0121	8211–1121		1,00		14		4,0	1,0
8211–0122	8211–1122		0,75		12	6,0	3,0	1,5
8211–0123	8211–1123	35	1,50	60	16	8,0	–	–
8211–0124	8211–1124	36	4,00		28	20,0		
8211–0125	8211–1125		3,00		25	15,0	–	–
8211–0126	8211–1126		2,00		18	10,0		

Продолжение табл. 2.84

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211-0127	8211-1127	36	1,50	60	16	8,0	—	—
8211-0128	8211-1128		1,00		14	6,0	4,0	1,0
8211-0129	8211-1129	38	1,50	65	16	8,0	—	—
8211-0130	8211-1130	39	4,00		28	20,0	—	—
8211-0131	8211-1131		3,00		25	15,0	—	—
8211-0132	8211-1132		2,00		18	10,0	—	—
8211-0133	8211-1133		1,50		16	8,0	—	—
8211-0134	8211-1134		1,00		14	6,0	4,0	1,0
8211-0135	8211-1135	40	3,00	72	25	15,0		
8211-0136	8211-1136		2,00		18	10,0	—	—
8211-0137	8211-1137		1,50		16	8,0		
8211-0138	8211-1138	42	4,50		34	22,5	—	—
8211-0139	8211-1139		4,00		28	20,0	—	—
8211-0140	8211-1140		3,00		25	15,0	—	—
8211-0141	8211-1141		2,00		20	10,0	—	—
8211-0142	8211-1142		1,50		18	10,0	—	—
8211-0143	8211-1143		1,00		16	8,0	4,0	2,0
8211-0144	8211-1144	45	4,50		34	22,5		
8211-0145	8211-1145		4,00		28	20,0	—	—
8211-0146	8211-1146	46	3,00		25	15,0	—	—
8211-0147	8211-1147		2,00		20	10,0	—	—
8211-0148	8211-1148		1,50		18	10,0	—	—
8211-0149	8211-1149		1,00		16	8,0	4,0	2,0
8211-0150	8211-1150	48	5,00	80	38	25,0	—	—
8211-0151	8211-1151		4,00		30	20,0	—	—
8211-0152	8211-1152		3,00		25	15,0	—	—
8211-0153	8211-1153		2,00		20	10,0	—	—
8211-0154	8211-1154		1,50		18	10,0	6,0	2,0
8211-0155	8211-1155		1,00		16	8,0	4,0	2,0
8211-0156	8211-1156	50	3,00		25	15,0	—	—
8211-0157	8211-1157		2,00		20	10,0	—	—
8211-0158	8211-1158		1,50		18	10,0	6,0	2,0
8211-0159	8211-1159	52	5,00		38	25,0	—	—
8211-0160	8211-1160		4,00		30	20,0	—	—
8211-0161	8211-1161		3,00		25	15,0	—	—
8211-0162	8211-1162		2,00		20	10,0	—	—
8211-0163	8211-1163		1,50		18	10,0	6,0	2,0
8211-0164	8211-1164		1,00		16	8,0	4,0	2,0
8211-0165	8211-1165	55	4,0	100	32	20,0	—	—
8211-0166	8211-1166		3,0		25	15,0	—	—
8211-0167	8211-1167		2,0		20	10,0	—	—
8211-0168	8211-1168		1,5		18	10,0	6,0	2,0
8211-0169	8211-1169	56	5,5		45	28,0	—	—
8211-0170	8211-1170		4,0		32	20,0		

Продолжение табл. 2.84

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211-0171	8211-1171	56	3,0	100	25	15,0	—	—
8211-0172	8211-1172		2,0		20	10,0	—	—
8211-0173	8211-1173		1,5		18	10,0	6,0	2,0
8211-0174	8211-1174		1,0		16	10,0	4,0	3,0
8211-0175	8211-1175	58	4,0		32	20,0	—	—
8211-0176	8211-1176		3,0		25	15,0	—	—
8211-0177	8211-1177		2,0		20	10,0	—	—
8211-0178	8211-1178		1,5		18	10,0	6,0	2,0
8211-0179	8211-1179	60	5,5		45	28,0	—	—
8211-0180	8211-1180		4,0		32	20,0	—	—
8211-0181	8211-1181		3,0		25	15,0	—	—
8211-0182	8211-1182		2,0		20	10,0	—	—
8211-0183	8211-1183		1,5		18	10,0	6,0	2,0
8211-0184	8211-1184		1,0		16	10,0	4,0	3,0
8211-0185	8211-1185	62	4,0		32	20,0	—	—
8211-0186	8211-1186		3,0		25	15,0	—	—
8211-0187	8211-1187		2,0		22	10,0	—	—
8211-0188	8211-1188		1,5		20	10,0	6,0	2,0
8211-0189	8211-1189	64	6,0		50	30,0	—	—
8211-0190	8211-1190		4,0		32	20,0	—	—
8211-0191	8211-1191		3,0		25	15,0	—	—
8211-0192	8211-1192		2,0		22	10,0	—	—
8211-0193	8211-1193		1,5		20	10,0	6,0	2,0
8211-0194	8211-1194		1,0		16	10,0	4,0	3,0
8211-0195	8211-1195		4,0		32	20,0	—	—
8211-0196	8211-1196		3,0		25	15,0	—	—
8211-0197	8211-1197		2,0		22	10,0	—	—
8211-0198	8211-1198		1,5		20	10,0	6,0	2,0
8211-0199	8211-1199	68	6,0		50	30,0	—	—
8211-0200	8211-1200		4,0		32	20,0	—	—
8211-0201	8211-1201		3,0		25	15,0	—	—
8211-0202	8211-1202		2,0		22	10,0	—	—
8211-0203	8211-1203		1,5		20	10,0	6,0	2,0
8211-0204	8211-1204		1,0		16	10,0	4,0	3,0
8211-0205	8211-1205	70	6,0	125	50	30,0	—	—
8211-0206	8211-1206		4,0		32	20,0	—	—
8211-0207	8211-1207		3,0		25	15,0	—	—
8211-0208	8211-1208		2,0		22	12,0	8,0	2,0
8211-0209	8211-1209		1,5		20	12,0	6,0	3,0
8211-0210	8211-1210	72	6,0		50	30,0	—	—
8211-0211	8211-1211		4,0		32	20,0	—	—
8211-0212	8211-1212		3,0		25	15,0	—	—
8211-0213	8211-1213		2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0214	8211-1214		1,5		20	12,0	6,0	3,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8211-0215	8211-1215	72	1,0	125	18	12,0	4,0	4,00
8211-0216	8211-1216	75	4,0		32	20,0	—	—
8211-0217	8211-1217		3,0		25	15,0	—	—
8211-0218	8211-1218		2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0219	8211-1219		1,5		20	12,0	6,0	3,00
8211-0220	8211-1220	76	6,0		50	30,0	—	—
8211-0221	8211-1221		4,0		32	20,0	—	—
8211-0222	8211-1222		3,0		25	15,0	—	—
8211-0223	8211-1223		2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0224	8211-1224		1,5		20	12,0	6,0	3,00
8211-0225	8211-1225		1,0		18	12,0	4,0	4,00
8211-0226	8211-1226	78	2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0227	8211-1227	80	6,0		50	30,0	—	—
8211-0228	8211-1228		4,0		32	20,0	—	—
8211-0229	8211-1229		3,0		25	15,0	—	—
8211-0230	8211-1230		2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0231	8211-1231		1,5		20	12,0	6,0	3,00
8211-0232	8211-1232		1,0		18	12,0	4,0	4,00
8211-0233	8211-1233	82	2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0234	8211-1234	85	6,0		50	30,0	—	—
8211-0235	8211-1235		4,0		32	20,0	—	—
8211-0236	8211-1236		3,0		25	15,0	—	—
8211-0237	8211-1237		2,0		22	12,0	8,0	2,00
8211-0238	8211-1238		1,5		20	12,0	6,0	3,00
8211-0239	8211-1239	90	6,0	145	50	30,0	—	—
8211-0240	8211-1240		4,0		36	20,0	—	—
8211-0241	8211-1241		3,0		28	15,0	—	—
8211-0242	8211-1242		2,0		25	12,0	8,0	2,00
8211-0243	8211-1243		1,5		22	12,0	6,0	3,00
8211-0244	8211-1244	95	6,0		56	30,0	—	—
8211-0245	8211-1245		4,0		38	20,0	—	—
8211-0246	8211-1246		3,0		28	15,0	—	—
8211-0247	8211-1247		2,0		25	12,0	8,0	2,00
8211-0248	8211-1248		1,5		22	12,0	6,0	3,00
8211-0249	8211-1249	100	6,0		56	30,0	—	—
8211-0250	8211-1250		4,0		38	20,0	—	—
8211-0251	8211-1251		3,0		28	15,0	—	—
8211-0252	8211-1252		2,0		25	12,0	8,0	2,00
8211-0253	8211-1253		1,5		22	12,0	6,0	3,00

2.4. Средства контроля углов и конусов

Для контроля углов и конусов применяют различные средства в зависимости от заданной точности детали. Существуют следующие методы и средства измерения углов:

- 1) основанные на сравнении угла с мерой, имеющей постоянное значение угла (призматические угловые меры, угольники, конусные калибры);
- 2) основанные на сравнении с углом, на который настраивается измерительное средство (синусные линейки);
- 3) основанные на сравнении с углом на угловой шкале прибора (гониометры, оптические делительные головки, угломеры, уровни);
- 4) основанные на координатном методе измерения (конусные пневматические калибры) [14].

К *жестким угловым мерам* относится вся совокупность угловых мер, которые представляют собой нормальные калибры. Жесткие меры определяют отклонения от контролируемых размеров. Эти измерения и контроль выполняют угловыми мерами (плитками), угольниками, конусными калибрами, шаблонами и т. д.

Угловые призматические меры служат для проверки углов калибров, шаблонов, установки угломерных инструментов и проверки точных деталей. Как и плоскопараллельные меры длины, угловые меры являются исходными средствами проверки и измерения размеров детали. Они комплектуются в отдельные наборы по несколько штук, имеют треугольную или четырехугольную форму и, соответственно, один или четыре рабочих угла.

Рабочие поверхности угловых мер доведены до высокого класса чистоты и обладают способностью притираться при наборе их в угловые блоки.

Проверку углов изделий с помощью угловых мер осуществляют двумя способами:

- 1) приложением к одной стороне угла изделия оценивают на просвет степень совпадения по другой стороне;
- 2) угловая мера используется в качестве меры сравнения с контролируемым углом изделия.

Угольники применяют для контроля прямых углов, разметочных работ, а также для контроля взаимного расположения деталей при их сборке в узел или машину (ГОСТ 3749–77). Метрологические характеристики угольников поверочных металлических приведены в табл. 2.85 [29].

К приборам для измерения углов относят:

- угломеры с нониусом;
- оптические угломеры;
- оптические делительные головки;
- автоколлиматоры;
- синусные линейки;
- уровни;
- измерительные проекторы;
- инструментальные микроскопы.

Метрологические характеристики угольников поверочных металлических

Угольники	Тип	Размер сторон, мм	Отклонения, мкм					
			от перпенди- кулярности			от прямолинейности измерительных поверхностей		
			Классы точности					
0	1	2	0	1	2			
Лекальные, плитки	УЛ	60×40 100×60	2,5 3,0	5 6	—	1	2	—
Поверочные лекальные плоские	УЛП	60×40	2,5	5	—	1	2	—
		100×60	3,0	6		1,5	3	
		160×100	3,5	7				
		250×160	4,5	9				
Слесарные плоские	УП	60×40	—	5	13	—	2	4
		100×60	—	6	15		3	6
		160×100	—	7	18			
		250×160	—	9	22			
		400×200	—	—	30			
Слесарные с широким основанием	УШ	60×40	2,5	5	13	1	2	4
		100×60	3,0	6	15	1,5	3	6
		160×100	3,5	7	18			
		250×160	4,5	9	22	2,5	5	10
		400×250	6,0	12	30	—	6	12
		630×400	—	16	40		10	20
		1000×630	—	24	60		—	30
		1600×1000	—	—	90			
Лекальные цилиндрические	УЛЦ	160×80 [*]	3,5	7	—	1,5	3	—
		250×100 [*]	4,5	9	—	2,5	5	
		400×125 [*]	6,0	12	—			
		630×160 [*]	8,0	16	—			

* Диаметр.

Угломеры с нониусом бывают двух типов: тип 1 (модель УМ) – транспортный и тип 2 (модель УН) – универсальный. Метрологические характеристики этих угломеров приведены в табл. 2.86 [2, 12].

Универсальный угломер применяют для контроля наружных и внутренних углов различных деталей контактным методом.

Оптическая делительная головка позволяет измерять углы поворота шпинделя относительно своей оси или поворота корпуса головки относительно горизонтали. Ее применяют для контрольно-измерительных работ, а также в качестве приспособления на фрезерных, шлифовальных и других станках, когда требуется сообщить детали точный угол поворота. Метрологические характеристики головок приведены в табл. 2.87 [2].

Таблица 2.86

Метрологические характеристики угломеров

Наименование	Тип	Модель	Значение отсчета, мин	Диапазон измерения углов, град		Основная погрешность, мин	Длина линейки угломера, мм
				наружных	внутренних		
Угломеры с нониусом (ГОСТ 5378–88)	1	2УМ	2	0–180	–	±2	60
		5УМ	5			±5	
	2	127 (УН)	2	0–360	40–180	±2	50
	3	–	5	0–360	–	±3	–
			10			±10	
	4	4УМ	10	0–180	–	±10	60
Угломер оптический (ГОСТ 11197–73)	УО	–	5	0–180	–	±5	150 и 300

Таблица 2.87

Метрологические характеристики делительных оптических головок (ТУ 3–3.199–80)

Параметр	Типы головок			
	ОДГЭ-1	ОДГЭ-2	ОДГЭ-5	ОДГЭ-20
1	2	3	4	5
Цена деления, с	1	2	5	20
Пределы измерения углов, град, с помощью основного лимба	0÷360, где $n = 1; 2; 3...$			
Угол установки шпинделя относительно основания (параллельно и перпендикулярно), град	0 и 90			
Видимое расстояние между штрихами шкалы, мм	1			
Диаметр изделия, измеряемого в центрах, мм	300			
Длина изделия, измеряемого в центрах, мм: при малой станине (не более) при большой станине (не более)	600 1100			
Цена деления основного лимба и лимба грубой установки, град	1			
Погрешность показаний лимба грубой установки, мин	±10			
Посадочное отверстие шпинделя	Конус Морзе 4			
Посадочное отверстие пиноли задней бабки	Конус Морзе 2			
Осевое биение шпинделя, мкм	2,0	2,5	3,0	5,0
Предельная допускаемая погрешность, с	$\pm (1,5 + \sin \alpha/2)^*$	$\pm (2 + 2\sin \alpha/2)^*$	$\pm (5 + 5\sin \alpha/2)^*$	±20

1	2	3	4	5
Разность показаний головки при измерении прямым и обратным ходами, с	1	1	2	5
Радиальное биение образующей конуса центра, вставленного в шпиндель, мкм	2,0	2,5	4,0	8,0

* В формуле погрешности α – значение измеряемого или устанавливаемого угла.

Автоколлиматоры являются очень распространенными контрольно-юстировочными приборами. Их применяют для измерения малых углов, а также при контроле плоскопараллельности, клиновидности, углов призм. В сочетании с плоским зеркалом или многогранной призмой автоколлиматор можно использовать для контроля прямолинейности направляющих, плоскостности разметочных плит, взаимного углового расположения осей и плоскостей изделий в устройстве и т. д. Метрологические характеристики автоколлиматоров приведены в табл. 2.88 [29].

Синусная линейка является специальным приспособлением для измерения наружных углов от 0 до 45° косвенным (тригонометрическим) методом, а также для установки изделий на металлорежущих станках под заданным углом. Метрологические характеристики синусных линеек приведены в табл. 2.89 [2].

Уровни предназначены для измерения наклона плоских и цилиндрических поверхностей изделий относительно горизонтальной плоскости, а также для контроля отклонений от прямолинейности и от плоскостности. Их метрологические характеристики приведены в табл. 2.90 [2].

Углы могут быть измерены также на *измерительном проекторе* и *инструментальном микроскопе*.

Измерения на универсальных микроскопах, синусных линейках, шариками, рычажными и микрометрическими приборами относятся к измерениям косвенным методом. При работе по этому методу углы определяют путем измерения связанных с ними размеров, а затем последующим перерасчетом по тригонометрическим формулам находят их величины.

В табл. 2.91 даны метрологические характеристики специальных приборов для измерения углов и конусов [29].

Таблица 2.88

Метрологические характеристики автоколлиматоров (ГОСТ 11899–77)

Тип	Диапазон измерения, град	Цена деления шкалы, с		Погрешность измерения, с	Увеличение, крат	Габаритные размеры, мм
		грубой	точной			
АК-0,2У	10	15	0,2	± 3	60	530×175×185
АК-0,5У	20	30	0,5	± 6	30	547×175×185
АК-1У	40	60	1,0	± 12	15	488×175×185
АФ-1Ц	10	–	0,1	± 3	–	580×340×190

Таблица 2.89

Метрологические характеристики линейек синусных (ГОСТ 4046–80), мм

Тип (мо- дель) линей- ки	Основные размеры			Резьбовые отверстия		Допускаемая погреш- ность (с) при установке на угол			
	Расстоя- ние ме- жду ося- ми роли- ков	Шири- на ли- нейки	Расстояние между осями роликов вто- рой плиты	Раз- мер	Чис- ло	До 30°		Св. 30°	
						Класс точности			
						1	2	1	2
ЛС: (143)	100	60	—	M5	4–8	5	8	6	10
(134)	200	60		M6		4	6	5	8
(136)		120		M6					
(139)	300	90							
ЛСО: (142)	100	60	—	M5	4–8	6	9	8	12
(135)	200			M6					
(138)	300	180	—	M6	6–10 8–12	5	8	6	10
—	500	140							
ЛСД: (140)	200	145	220	M6	6–10	8	12	10	15
(141)	300	180	320			6	9	8	13

Таблица 2.90

Метрологические характеристики уровней

Наименование	Модель (исполнение)	Пределы измерения, мм/м (с)	Цена деления, мм/м (с)	Предел допускаемой погрешности, мм/м	
1	2	3	4	5	
Уровень бруско- вый регулируемый (ГОСТ 9392–89)	112	—	0,15	0,100	
	117 118 исполнение:		0,02	0,004	
			0,05	0,005	
			(122)	0,02	0,004
			(122–1)	0,05	0,007
			(122–2)	0,1	0,015
			(122–3)	0,15	0,02
Уровень рамный регулируемый (ГОСТ 9392–89)	122 исполнение:	—	0,02 0,05 0,10 0,15	0,004 0,007 0,015 0,02	
	(122)				
	(122–1)				
	(122–2)				
	(122–3)				

1	2	3	4	5
Уровень с микрометрической подачей ампулы (ГОСТ 11196–74)	Тип 2 120	± 30	0,1	0,100
	Тип 1 110	± 10	0,01	0,010–0,020
Уровень гидростатический (ТУ 2–034–7–84)	114	25 *	0,01	0,030
	(1 и 3) (2 и 4)		0,1	0,100
Уровень электронный (ТУ 2–034–3–83)	128	(± 1000)	(1)	($1 + 0,01\alpha_x$)
		(± 2000)	(2)	($2 + 0,01\alpha_x$)
		(± 5000)	(5)	($5 + 0,01\alpha_x$)

* 70 мм по дополнительной шкале.

Таблица 2.91

Метрологические характеристики специальных приборов
для измерения углов и конусов

Наименование	Модель	Основные параметры, мм				Допускаемая погрешность, мм
		Контролируемые конуса	Цена деления шкалы отсчетного устройства	Диапазон показаний	Наибольшая длина образующей конуса	
Прибор пневматический для контроля внутренних конусов	307	7; 24; 35; 40; 45; 50; 55; 60	0,0002	0,020	От 57 до 163	0,0005
Прибор пневматический для контроля наружных конусов	308	7; 24; 35; 40; 45; 50; 55; 60	0,0002	0,020	От 57 до 163	0,0005
Прибор для контроля непрямолинейности образующих наружных конусов	БВ-7312	7; 24; 35; 40; 45; 50; 55; 60	0,0001– 0,0002	0,006– 0,012	130	0,0001; 0,0002
Прибор для контроля прямолинейности внутренних конусов	БВ-7313	Морзе метрический 7: 24	0,0002	0,020	150	0,0003
Прибор для контроля угла конуса	БВ-7319	Морзе № 1; 2; 3; 4; 5; 6	0,0010	0,050	От 52 до 174	–
Прибор для контроля непрямолинейности образующих конуса	БВ-7320	Морзе № 1; 2; 3; 4	0,0010	0,050	От 52 до 100	–

Для комплексного контроля конических поверхностей применяют *конусные калибры*, так как ими одновременно проверяют все главные размеры конуса. К конусным калибрам относят *калибры-пробки* для контроля гладких конусных отверстий и *калибры-втулки* для контроля наружных конусов.

Примеры условных обозначений:

1. Плоский лекальный угольник 0-го класса точности с высотой $H = 160$ мм: *Угольник УЛП-0 – 160 ГОСТ 3749–77.*
2. Угломер типа 1 со значением отсчета 2': *Угломер тип 1–2 ГОСТ 5378–88.*
3. Оптическая делительная головка ОДГЭ-5: *ОДГЭ-5 ГОСТ 9016–77.*
4. Синусная линейка без опорной плиты типа ЛС с размером $L = 100$ мм, $B = 60$ мм класса точности 1: *Линейка ЛС-100 × 60 кл. 1 ГОСТ 4046–80.*
5. Уровень брусковый с длиной рабочей поверхности 200 мм и ценой деления 0,05 мм/м: *Уровень брусковый 200 – 0,05, модель 118 ГОСТ 9392–89.*
6. Прибор для измерения угла конуса 50: *Прибор пневматический для контроля внутреннего конуса 307.0.00.0.00 – 04.*
7. Калибр-пробка Морзе 3 для изделий степени точности АТ6, типа 1: *Калибр-пробка Морзе 3 АТ6 типа 1 ГОСТ 2849–77.*
8. Калибр-втулка метрического конуса 80 для изделий степени точности АТ8, типа 1: *Калибр-втулка Метр. 80 АТ8 типа 1 ГОСТ 2849–77.*

2.5. Средства контроля шпоночных соединений

Универсальные средства контроля

Контроль размеров пазов и канавок шпоночных соединений можно производить штриховыми измерительными инструментами: штангенциркулями, штангенглубиномерами. Измерение и отсчет размеров шпоночных пазов с помощью универсальных инструментов не отличаются от измерений других линейных размеров (длина, ширина, толщина, диаметр).

При контроле шпоночных пазов как у валов, так и у отверстий проверяют ширину шпоночного паза, глубину шпоночного паза до образующей цилиндрической поверхности, симметричность паза относительно оси.

Размеры шпонок в единичном производстве контролируют измерением их действительных размеров универсальными средствами измерения. Например, ширину шпонки измеряют гладкими микрометрами МК, рычажными скобами СР, а для больших номинальных размеров – индикаторными скобами СИ. В серийном производстве машин ширину и высоту шпонки контролируют гладкими калибрами-скобами [6, 18].

Специальные средства контроля

Диаметры вала и отверстия втулки со шпоночными пазами контролируют *гладкими калибрами*, а ширину шпоночного паза вала и втулки – *пазовыми калибрами*.

Глубины шпоночных пазов контролируют *глубиномерами*. Перечисленные выше калибры, с помощью которых контролируют только предельные размеры вала или втулки, называют поэлементными.

Для контроля ширины паза и отклонения от симметричности предусмотрены также комплексные проходные калибры: калибр-призма и калибр-пробка.

Шпоночный проходной калибр-пробку характеризуют три размера: номинальная толщина контрольной шпонки (b_k), размер и диаметр калибра-пробки (d_k), а *шпоночный проходной калибр-призму* – два размера: толщина контрольной шпонки (b_k) и размер (C) – глубина вхождения шпоночного калибра-призмы в шпоночный паз вала.

Контроль изделий со шпоночными пазами с помощью *комплексных проходных калибров* осуществляют в следующем порядке. Шпоночный вал годен, если калибр-призма проходит в паз, прижимаясь к поверхности вала. При этом диаметр вала, ширина и глубина шпоночного паза вала не должны выходить за предельные размеры.

Втулка со шпоночным пазом годна, если калибр-пробка проходит в контролируемое отверстие. При этом диаметр отверстия втулки, ширина и глубина паза не выходят за предельные размеры [6, 18].

Стандартные буквенные обозначения параметров шпоночных калибров:

b – номинальная ширина паза втулки и вала;

b_k – номинальная толщина контрольной шпонки калибра-пробки и калибра-призмы;

b_{\min} – наименьшая ширина b шпоночного паза изделия;

d – номинальный внутренний диаметр втулки и вала;

d_k – номинальный диаметр калибра-пробки;

d_{\min} – наименьший диаметр d втулки;

H – допуск на изготовление калибров (за исключением калибров со сферическими измерительными поверхностями) для отверстия по ГОСТ 24853–81;

H_b – допуск на изготовление калибра-пробки и калибра-призмы по толщине шпонки b_k ;

H_k – номинальный размер калибра-пробки с контрольной шпонкой;

h – высота шпонки изделия;

l_1 – длина шпоночного паза втулки изделия;

r – максимальное значение радиуса закругления шпоночного паза вала;

T_b – допуск ширины паза b ;

T_d – допуск диаметра d втулки;

T_s – допуск симметричности контрольной шпонки калибра относительно базовой поверхности;

t_1 – глубина паза вала;

t_2 – глубина паза втулки изделия;

y – допустимый выход размера изношенного проходного поэлементного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия по ГОСТ 24853–81;

y_b – допустимый выход изношенного размера b_k калибра-пробки и калибра-призмы за границу поля допуска размера b паза;

Z – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера изделия по ГОСТ 24853–81;

Z_b – расстояние от середины поля допуска на изготовление калибра-пробки до наименьшего предельного размера втулки или вала;

α – величина для компенсации погрешности контроля калибрами отверстий с размерами свыше 180 мм по ГОСТ 24853–81;

a, a_1 – величина, определяющая границу износа;

C – величина, определяющая глубину вхождения шпоночного калибра-призмы в шпоночный паз вала.

Размеры рабочей части шпоночных калибров-пробок и калибров-призм определяются по формулам, приведенным в табл. 2.92.

Таблица 2.92

Формулы для определения рабочей части калибров для шпоночных соединений

Определяемый размер		Квали- тет до- пуска изделия	Новый калибр		Предельный размер изношенного калибра
			номин.	пред. откл.	
b_k		—	$d_{\min} - Z_b + \frac{H_b}{2}$	— H_b	$b_{\min} - y_b$
d_k	До 180 мм	6—8	$d_{\min} - y$	—H	$d_{\min} - 2y - \frac{H}{2} - Z$
		9 и гру- бее	d_{\min}	—H	$d_{\min} - \frac{H}{2} - Z$
	Свыше 180 мм	6—8	$d_{\min} - y + \alpha$	—H	$d_{\min} - 2y + 2\alpha - \frac{H}{2} - Z$
		9 и гру- бее	$d_{\min} + \alpha$	—H	$d_{\min} + 2\alpha - \frac{H}{2} - Z$
H_k		—	$d - t_1 + h$	h12	—
			$d + t_2 - 0,2 - \frac{l_1}{100}^*$		
C		—	$\frac{d}{2} - t_1 + r$	j _s 12	—

* Формула приведена только для калибров-пробок, предназначенных для контроля шпоночных втулок по ГОСТ 24068–80.

Допуски шпоночных калибров-пробок и калибров-призм указаны в табл. 2.93.

Таблица 2.93

Допуски шпоночных калибров, мм

Номинальная ширина паза, мм	Z_b	H_b	y_b	T_s	
				калибров- пробок	калибров- призм
До 3	0,0045	0,003	0,009	0,016	0,006
Св. 3 до 6	0,006	0,004	0,012	0,016	0,006
Св. 6 до 10	0,006	0,004	0,012	0,016	0,006
Св. 10 до 18	0,0075	0,005	0,015	0,020	0,008
Св. 18 до 30	0,009	0,006	0,018	0,025	0,008
Св. 30 до 50	0,0105	0,007	0,021	0,030	0,010

Технические требования, предъявляемые к шпоночным калибрам, **и маркировка** аналогичны техническим требованиям к гладким калибрам и соответствуют ГОСТ 2015–84.

**Калибры-пробки шпоночные
диаметром от 9 до 18 мм (ГОСТ 24110–80)**

Калибры-пробки предназначены для контроля шпоночных пазов во втулках по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 24068–80 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры шпоночных калибров-пробок указаны на рис. 2.71 и в табл. 2.94.

Поле допуска резьбы – 6Н по ГОСТ 16093–2004.

Исполнительные размеры b_k , H_k , d_k и допуск T_s – по ГОСТ 24109–80 (см. табл. 2.92 и 2.93).

Таблица 2.94

Размеры шпоночных калибров-пробок, мм

d_k			b_k	D	L
ГОСТ 23360–78, ГОСТ 24068–80	ГОСТ 24071–97				
	Исполнение 1	Исполнение 2			
Св. 8 до 10	Св. 8 до 10	–	3	8	74
–	Св. 10 до 12			10	85
	–	Св. 12 до 14		13	98
	–	Св. 14 до 16			
–	–	Св. 16 до 18	4	10	85
Св. 10 до 12	–	–		13	98
–	Св. 12 до 14				
–	Св. 14 до 16			10	85
Св. 12 до 14	–				
Св. 14 до 16	–		5	13	98
Св. 16 до 17	Св. 16 до 18				
Св. 17 до 18	–	6		101	

Таблица 2.95

Размеры вставок, мм

d_K		L	l	l_1	d_1^*	d_2	d_3	b_1^{**}	h_1^{***}	h_2^{***}	h_3	A^{****}	r_1		
ГОСТ 23360–78	ГОСТ 24071–97														
ГОСТ 24068–80	Исполнение 1	Исполнение 2													
Св. 8 до 10	Св. 8 до 10	–	34	18	4	4	1,8	3,3	3	$d_K - 0,6$	$d_K - 1,8$	1,9	6	1	
	Св. 10 до 12	–	39	20	5	6				$d_K - 1,3$	$d_K - 2,5$			2	
		Св. 12 до 14								$d_K - 1,8$	$d_K - 3,0$				
		Св. 14 до 16													
Св. 10 до 12	–	Св. 16 до 18	43	22	6	8	2,4	4,3	4	$d_K - 1,8$	$d_K - 3,0$	2,4	7	2	
		Св. 12 до 14	39	20	5	6				$d_K - 1,3$	$d_K - 2,5$				
										Св. 14 до 16	$d_K - 1,8$				$d_K - 3,0$
										Св. 16 до 18					
Св. 12 до 14	–														
Св. 14 до 16		Св. 16 до 18	46	25	6	$d_K - 2,3$	$d_K - 3,5$	10							

* Предельное отклонение по h9.

** Предельное отклонение по h7.

*** Предельное отклонение по h12.

**** Предельное отклонение $\pm 0,1$.

Конструкция и размеры шпонок приведены на рис. 2.73 и в табл. 2.96.

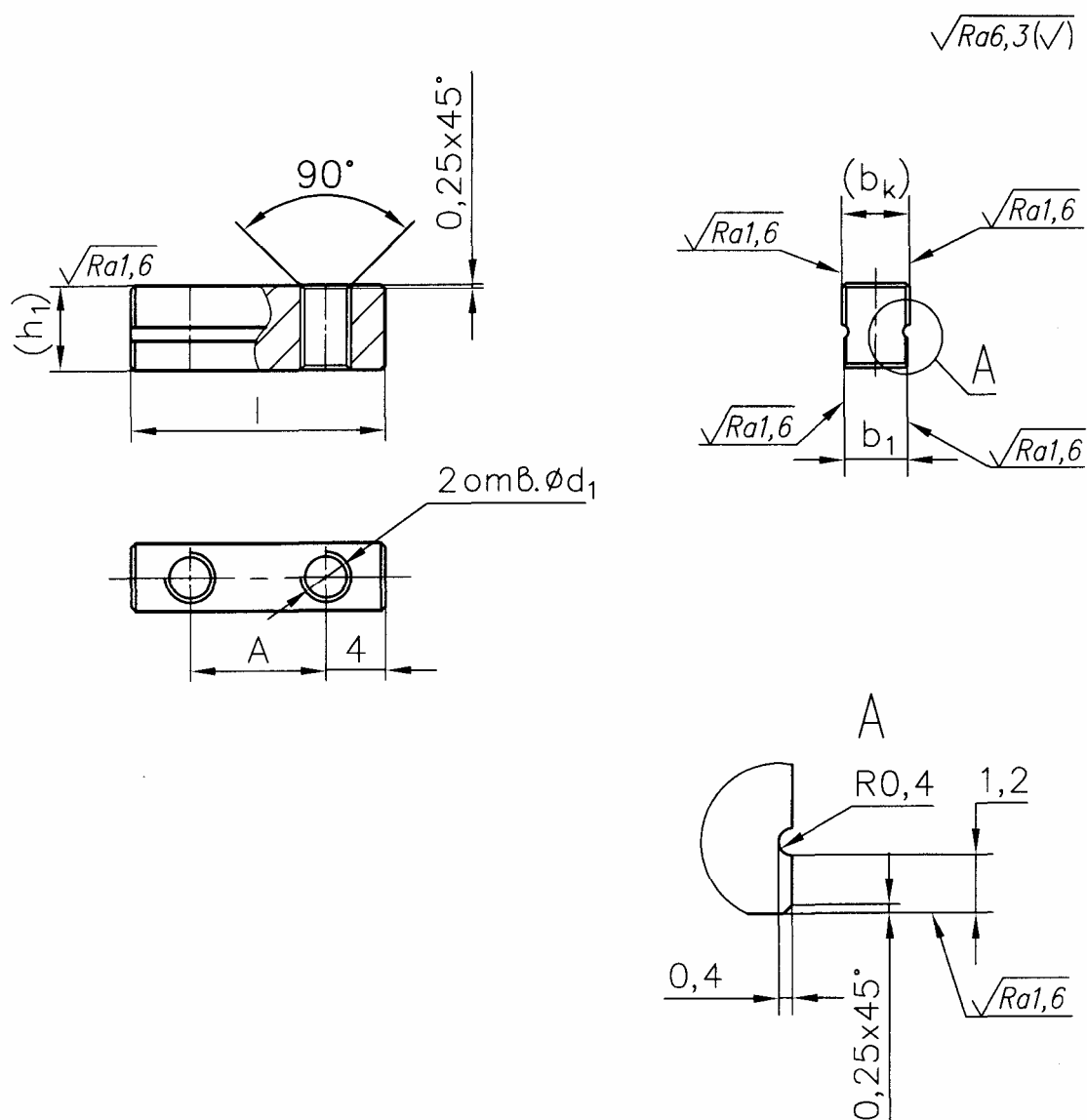


Рис. 2.73. Шпонка

Таблица 2.96

Размеры шпонок, мм

b_k	b_1^*	l	A^{**}	h_1	d_1
3	3	14	6	3	M 1,6
4	4	15	7	4	M 2,0
5	5	17	9	5	M 2,5
6	6	20	10	6	M 2,5

* Предельное отклонение по $гб$.

** Предельное отклонение $\pm 0,1$.

Калибры-пробки шпоночные
диаметром свыше 18 до 56 мм (ГОСТ 24111–80)

Калибры-пробки предназначены для контроля шпоночных пазов во втулках по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 24068–80 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры шпоночных калибров-пробок указаны на рис. 2.74 и в табл. 2.97.

Конструкция и размеры вставок указаны на рис. 2.75 и в табл. 2.98.

Конструкция и размеры шпонок приведены на рис. 2.76 и в табл. 2.99.

Поле допуска резьбы – 6Н по ГОСТ 16093–2004.

Исполнительные размеры b_k , H_k , d_k и допуск T_s – по ГОСТ 24109–80 (см. табл. 2.92 и 2.93).

Таблица 2.97

Размеры шпоночных калибров-пробок, мм

d_k			b_k	D	L
ГОСТ 23360–78 ГОСТ 24068–80	ГОСТ 24071–97				
	Исполнение 1	Исполнение 2			
–	–	Св. 18 до 22	4	16	112
–	Св. 18 до 22	–	5		115
–	–	Св. 22 до 24			
–	–	Св. 24 до 28 Св. 28 до 30		20	126 130
–	–	Св. 30 до 32		24	131
Св.18 до 22	–	–		6	16
–	Св. 22 до 24	–	20		115
–	Св. 24 до 28	–			126
–	–	Св.32 до 36 Св. 36 до 40	24		131 131
Св. 22 до 24	–	–	8	16	115
Св. 24 до 30	Св.28 до 30	–		20	130
–	Св. 30 до 32	–		24	131
–	–	Св. 40		28	150
Св. 30 до 38	Св. 32 до 38	Св. 40	10	24	131
Св. 38 до 40	–	–	12		
Св. 40 до 44	–	–	12	28	150
Св. 44 до 50			14		
Св. 50 до 56			16		

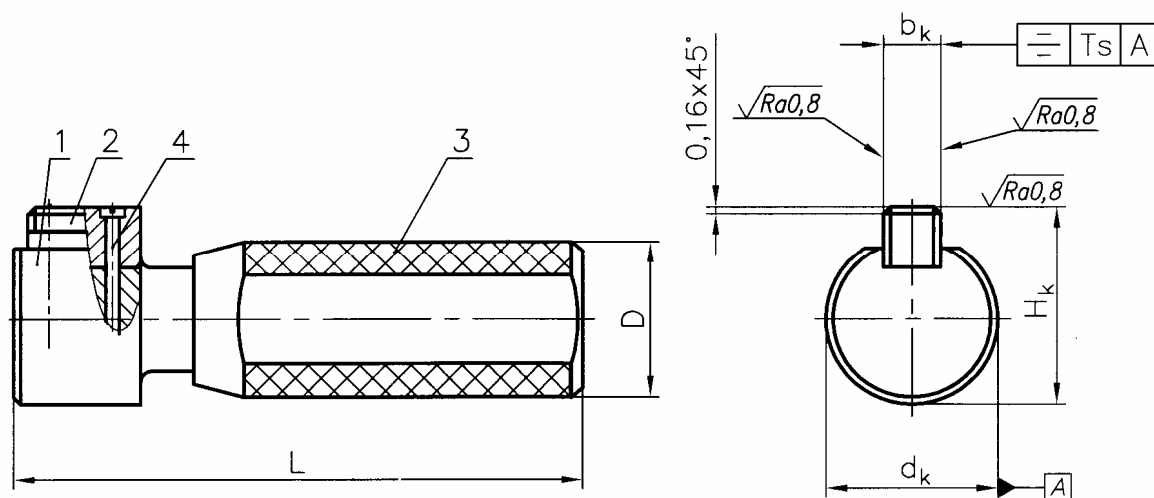


Рис. 2.74. Шпоночный калибр-пробка:
1 – вставка; 2 – шпонка; 3 – ручка; 4 – винт

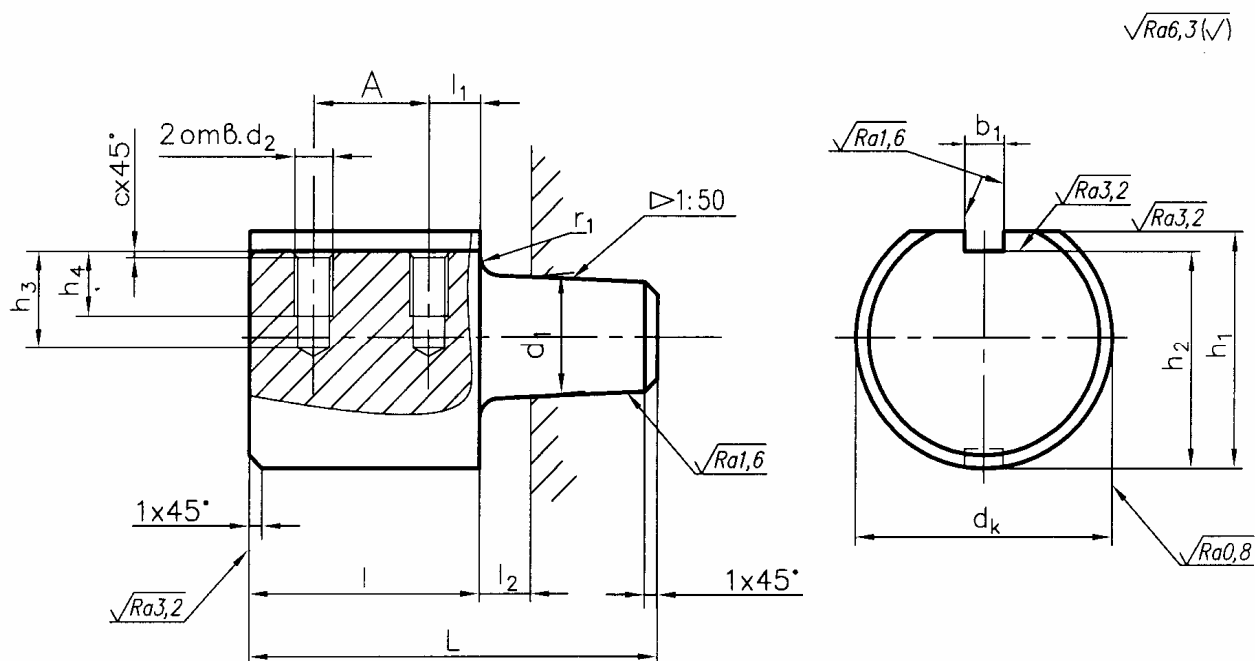


Рис. 2.75. Вставка

Таблица 2.98

Размеры вставок, мм

ГОСТ 23360–78 ГОСТ 24068–80	Диаметр d_k		L	l	l_1	l_2	d_1^*	d_2	b_1^{**}	h_1^{***}	h_2^{***}	h_3	h_4	A		r_1
	Исполнение 1	Исполнение 2												но- мин.	пред. откл.	
–	–	Св. 18 до 22	48	25	5	7	11	M1,6	4	$d_k - 1,5$	$d_k - 3,5$			7		3
–	Св. 18 до 22	–														
–	–	Св. 22 до 24	55	28	6	8	15	M2	5	$d_k - 2,0$	$d_k - 4,0$			9	$\pm 0,1$	
–	–	Св. 24 до 28														4
–	–	Св. 28 до 30	62	32	7	9	18			$d_k - 3,0$	$d_k - 5,0$					
–	–	Св. 30 до 32								$d_k - 1,5$	$d_k - 3,5$			10	$\pm 0,15$	
Св. 18 до 22	–	–	48	25	5	7	11	M2,5	6	$d_k - 2,0$	$d_k - 4,0$					3
–	Св. 22 до 24	–	55	28	6	8	15			$d_k - 3,0$	$d_k - 5,0$					
–	Св. 24 до 28	–														
–	–	Св. 32 до 36	62	32	7	9	18			$d_k - 2,0$	$d_k - 4,0$					4
–	–	Св. 36 до 40								$d_k - 3,0$	$d_k - 5,0$					
Св. 22 до 24	–	–	55	28	6	7	11			$d_k - 2,0$	$d_k - 4,0$					
Св. 24 до 30	Св. 28 до 30	–	62	32	7	8	15	M3	8	$d_k - 3,0$	$d_k - 5,0$			11	$\pm 0,25$	0,5
–	Св. 30 до 32	–				9	18									
–	–	Св. 40	73	40	9	10	21									
Св. 30 до 38	Св. 32 до 38	Св. 40	62	32	7	9	18	M3	10	$d_k - 2,5$	$d_k - 5,0$	10	8	13		0,5
Св. 38 до 40	–	–						M4	12			13	10	15	$\pm 0,30$	
Св. 40 до 44	–	–	73	40	9	10	21	M5	14	$d_k - 3,0$	$d_k - 5,5$	14		17		
Св. 44 до 50	–	–						M6	16		$d_k - 6,0$	16	12	20	0,7	4
Св. 50 до 56	–	–	78	45	10											

* Предельное отклонение по h9.

** Предельное отклонение по h7.

*** Предельное отклонение по h12.

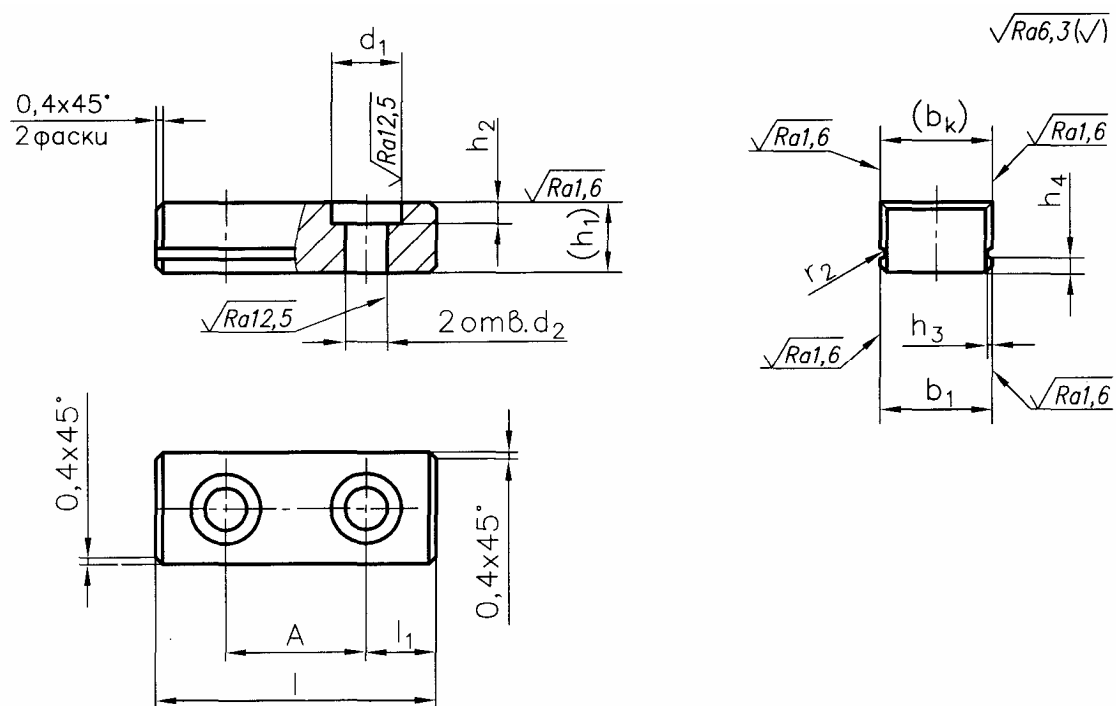


Рис. 2.76. Шпонка

Таблица 2.99

Размеры шпонок, мм

b_{κ}	b_1^*	h_1	h_2	h_3	h_4	l	l_1	d_1	d_2	A		r_2			
										но- мин.	пред. откл.				
4	4	4	2,0	0,4	1,2	20	4	3,3	1,8	7	±0,10	0,4			
5	5	5						4,3	2,4	9					
6	6	6	2,5	0,5	2,0		5	5,0	2,9	10	±0,15	0,8			
8	8	7	3,0			23		6	6,5	3,4	11		±0,25		
10	10	8		4,0	1,0		2,5	27		7	8,0	4,5	13	±0,30	1,0
12	12		31			8		15							
14	14	9	5,0	35		9		10,0	5,5	17					
16	16	10	6,0	3,0		40		10	12,0	6,6			20		

* Предельное отклонение по гб.

Калибры-пробки шпоночные диаметром свыше 56 до 125 мм (ГОСТ 24112–80)

Калибры-пробки предназначены для контроля шпоночных пазов во втулках по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24068–80.

Конструкция и размеры шпоночных калибров-пробок указаны на рис. 2.77 и в табл. 2.100.

Конструкция и размеры насадок указаны на рис. 2.78 и в табл. 2.101.

Конструкция и размеры шпонок приведены на рис. 2.79 и в табл. 2.102.

Поле допуска резьбы – 7Н по ГОСТ 16093–2004.

Исполнительные размеры b_k , H_k , d_k и допуск T_s – по ГОСТ 24109–80 (см. табл. 2.92 и 2.93).

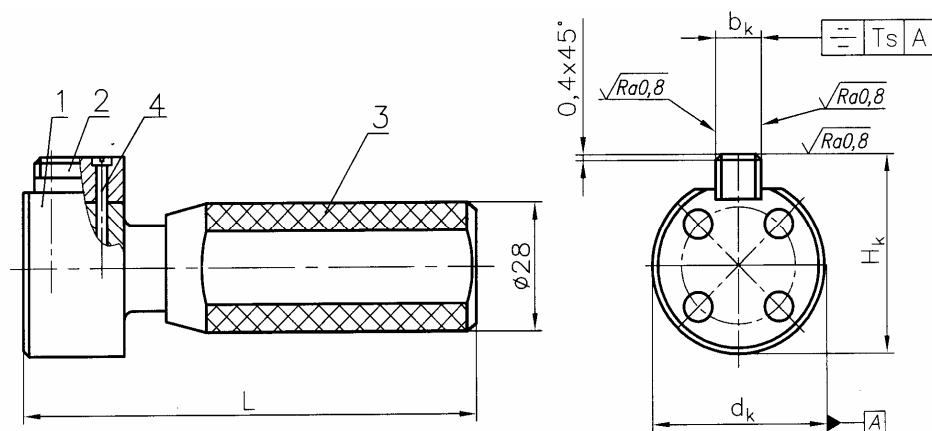


Рис. 2.77. Шпоночный калибр-пробка:

1 – насадка; 2 – шпонка; 3 – ручка; 4 – винт

Таблица 2.100

Размеры шпоночных калибров-пробок, мм

$d_{\text{к}}$	L	$d_{\text{к}}$	L
Св. 56 до 65	165	Св. 95 до 110	180
Св. 65 до 75	169	Св. 110 до 125	
Св. 75 до 95	174		

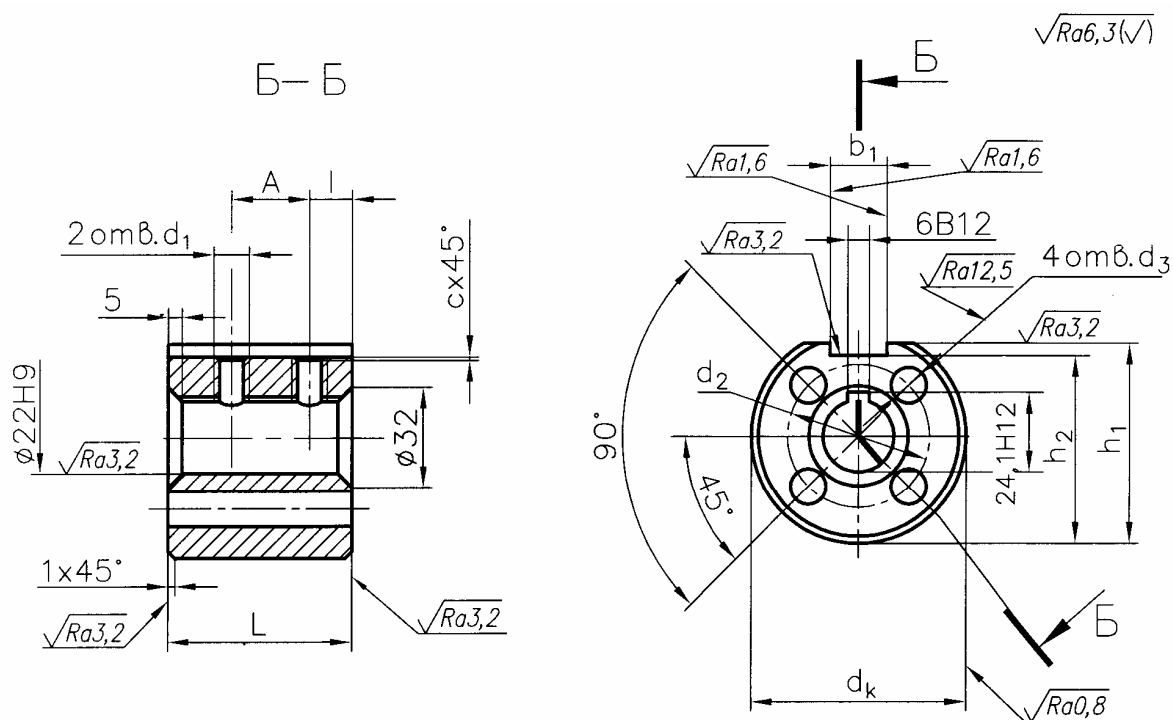


Рис. 2.78. Насадка

Таблица 2.101

Размеры насадок, мм

d_{κ}	L	l	d_1	d_2	d_3	b_1^*	h_1^{**}	h_2^{**}	A^{***}	c
Св. 56 до 58	50	11	M6	—	—	16	$d_{\kappa} - 3,0$	$d_{\kappa} - 6,0$	23	0,7
Св. 58 до 65						18	$d_{\kappa} - 7,0$			
Св. 65 до 75	55	13		45	10	20	$d_{\kappa} - 4,0$	$d_{\kappa} - 7,5$	24	
Св. 75 до 85	60	15	M8	55	14	22	$d_{\kappa} - 5,5$	$d_{\kappa} - 9,0$	25	1,0
Св. 85 до 95				60	20	25				
Св. 95 до 100	65	16		65	25	28	$d_{\kappa} - 5,0$	$d_{\kappa} - 10,0$	28	
Св. 100 до 110			70	28						
Св. 110 до 125			M10	75	32	$d_{\kappa} - 11,0$				

* Предельное отклонение по Н7.

** Предельное отклонение по h12.

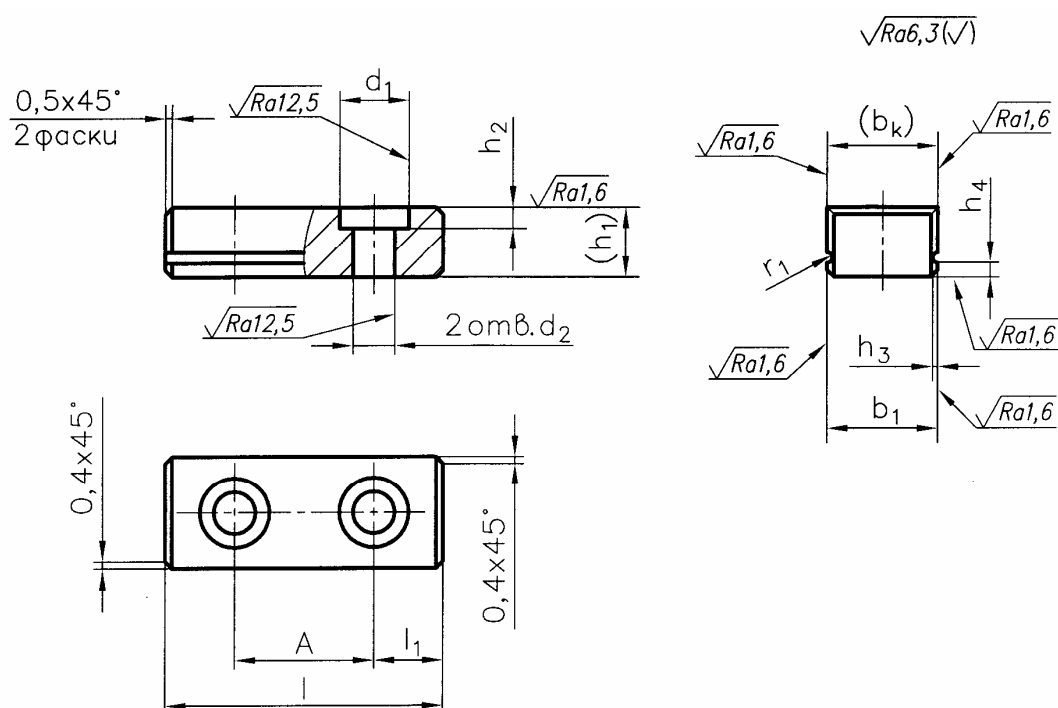
*** Предельное отклонение $\pm 0,5$.

Рис. 2.79. Шпонка

Таблица 2.102

Размеры шпонок, мм

b_{κ}	b_1^*	h_1	h_2	h_3	h_4	l	l_1	d_1	d_2	A^{**}	r_1
16	16	10	4	1	3,0	45	11	12	7	23	1,0
18	18	11			50	13	24				
20	20	12					14	9	25		
22	22	14	6		55	15			14	9	28
25	25										
28	28	16		17			11				1,8
32	32	18									

* Предельное отклонение по г6.

** Предельное отклонение $\pm 0,3$.

Калибры-призмы шпоночные
для валов диаметром свыше 8 до 22 мм (ГОСТ 24113–80)

Калибры-призмы предназначены для контроля шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24068–80.

Конструкция и размеры калибров-призм указаны на рис. 2.80 и в табл. 2.103.

Исполнительные размеры b_k и допуск T_s – по ГОСТ 24109–80 (см. табл. 2.92 и 2.93).

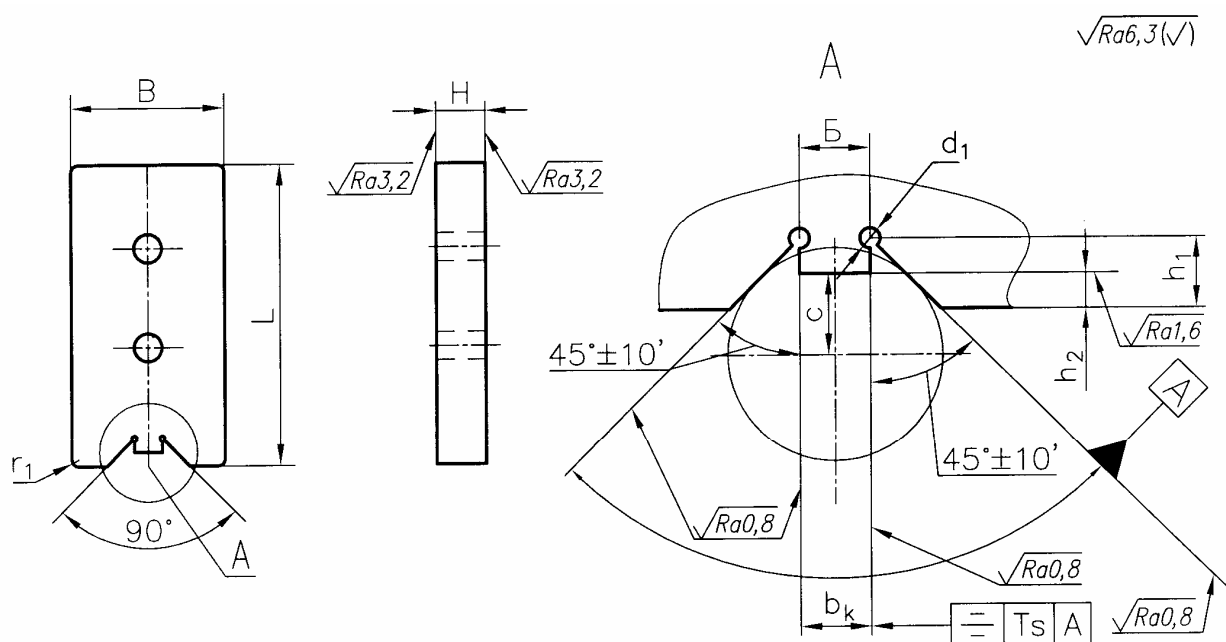


Рис. 2.80. Шпоночный калибр-призма

Таблица 2.103

Размеры шпоночных калибров-призм, мм

Диаметр вала d	$b_{k \text{ ном}}$	B	L	H	h_1	h_2	C^*	d_1	r_1	B
От 6 до 8	2	18	40	6	2,2	0,7	$(d/2) - 1,04$	0,8	2	2,2
Св. 8 до 10	3	20			2,5	1,0	$(d/2) - 1,64$	1,0		3,3
Св. 10 до 12	4	25	50	8	3,5	1,5	$(d/2) - 2,34$	1,2	3	4,5
Св. 12 до 17	5	30			4,5	2,0	$(d/2) - 2,75$	1,5	4	5,5
Св. 17 до 22	6	32		10	5,5	2,5	$(d/2) - 3,25$	2,0		7,0

* Предельное отклонение по j_{s12} .

Калибры-призмы шпоночные
для валов диаметром свыше 22 до 200 мм (ГОСТ 24114–80)

Калибры-призмы предназначены для контроля шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24068–80.

Конструкция и размеры калибров-призм указаны на рис. 2.81 и в табл. 2.104.
 Исполнительные размеры b_k и допуск T_s – по ГОСТ 24109–80 (см. табл. 2.92 и 2.93).
 Резьба – по ГОСТ 24705–2004, поле допуска резьбы – 7H по ГОСТ 16093–2004.

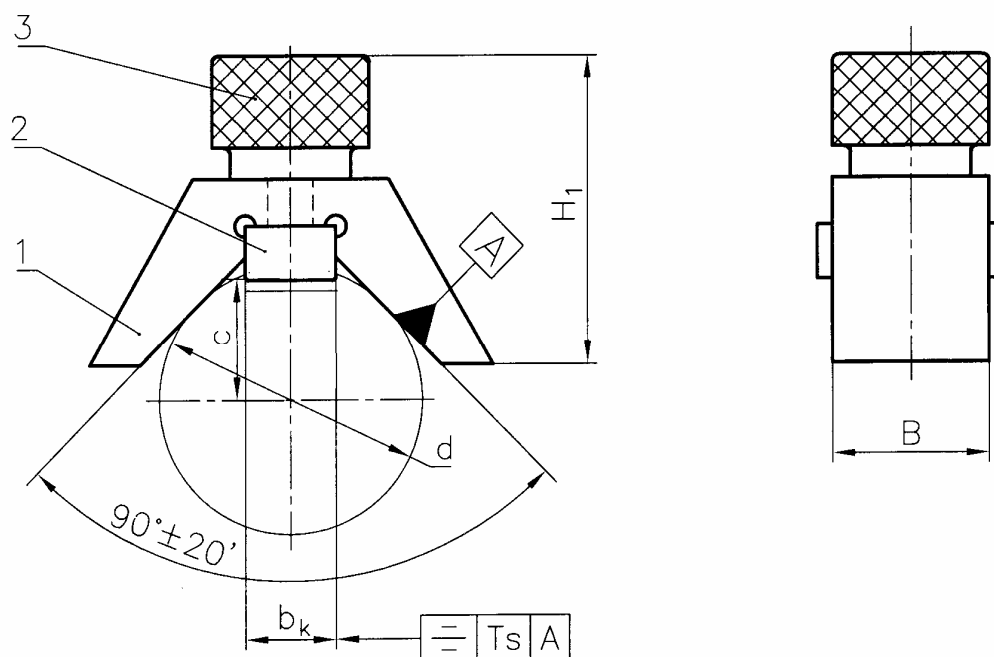


Рис. 2.81. Шпоночный калибр-призма:

1 – корпус; 2 – шпонка; 3 – гайка

Таблица 2.104

Размеры шпоночных калибров-призм, мм

Диаметр вала d	$b_{\text{к ном}}$	H_1	B	L	C^*
Св. 22 до 30	8	32	12	40	$(d/2) - 3,8$
Св. 30 до 38	10	34		50	$(d/2) - 4,6$
Св. 38 до 44	12	38	16		
Св. 44 до 50	14	40	20	60	$(d/2) - 5,1$
Св. 50 до 58	16	44			$(d/2) - 5,6$
Св. 58 до 65	18	46		70	$(d/2) - 6,6$
Св. 65 до 75	20	60	25	80	$(d/2) - 6,9$
Св. 75 до 85	22	61		90	$(d/2) - 8,4$
Св. 85 до 95	25	62			105
Св. 95 до 110	28	70		32	120
Св. 110 до 130	32	75	130		$(d/2) - 11,0$
Св. 130 до 150	36	88	160		$(d/2) - 12,0$
Св. 150 до 170	40	98	180		$(d/2) - 14,0$
Св. 170 до 200	45	113			

* Предельное отклонение по j_s12 .

Конструкция и размеры корпуса указаны на рис. 2.82 и в табл. 2.105.

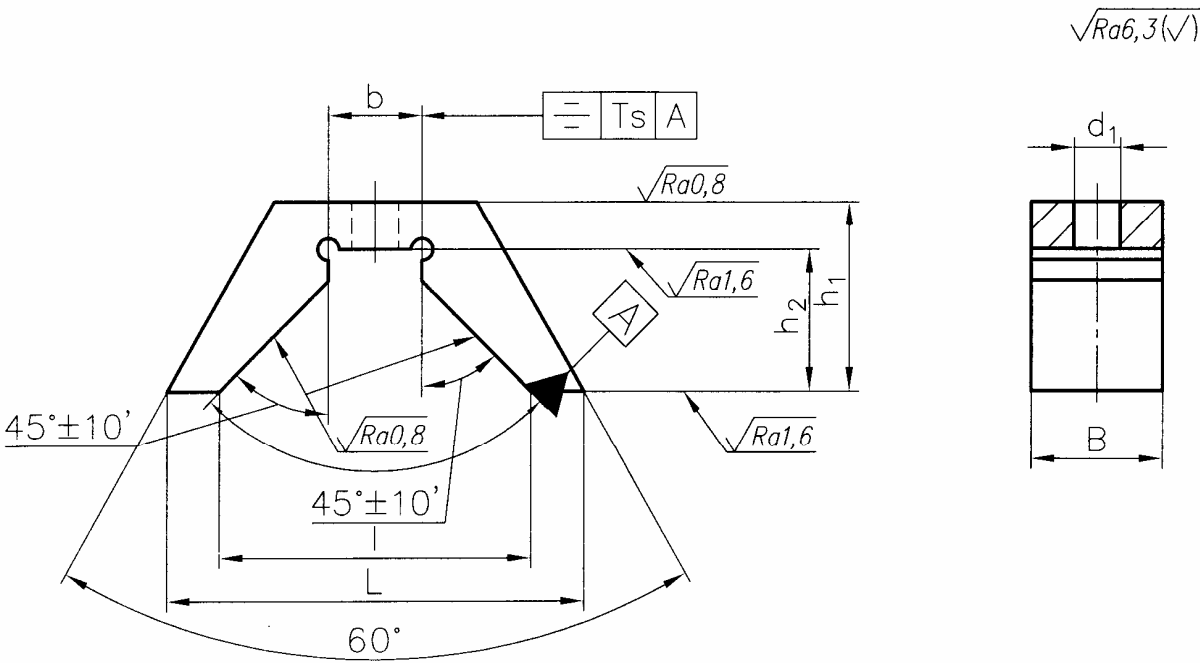


Рис. 2.82. Корпус

Таблица 2.105

Размеры корпуса, мм

$b_{\text{ном}}$	Наименьший предельный размер b					Пред. откл.	L	h_1	B	l	h_2	d_1
	Поле допуска размера паза b вала											
	H9	N9	P9	D10	H11	H9, N9, P9, D10, H11						
8	7,993	7,957	7,942	8,033	7,989	+0,009	40	22	12	32	15	5
10	9,993	9,957	9,942	10,033	9,989		50	24		38	17	
12	11,991	11,948	11,930	12,041	11,986	+0,011	50	26	16	41	18	8
14	13,991	13,948	13,930	14,041	13,986		60	28		47	20	
16	15,991	15,948	15,930	16,041	15,986		60	32		52	22	
18	17,991	17,948	17,930	18,041	17,986		70	34		56	23	
20	19,989	19,937	19,915	20,054	19,983	+0,013	80	45	25	70	30	12
22	21,989	21,937	21,915	22,054	21,983		90	46		74	31	
25	24,989	23,937	24,915	25,054	24,983		90	47		77	32	
28	27,989	27,937	27,915	28,054	27,983		105	55		94	39	
32	31,988	31,926	31,900	32,068	31,980	+0,016	120	60	32	104	42	14
36	35,988	35,926	35,900	36,068	35,980		130	70		118	45	
40	39,988	39,926	39,900	40,068	39,980		160	80		140	56	
45	44,988	44,926	44,900	45,068	44,980		180	95		168	70	

Конструкция и размеры шпонок указаны на рис. 2.83 и в табл. 2.106.

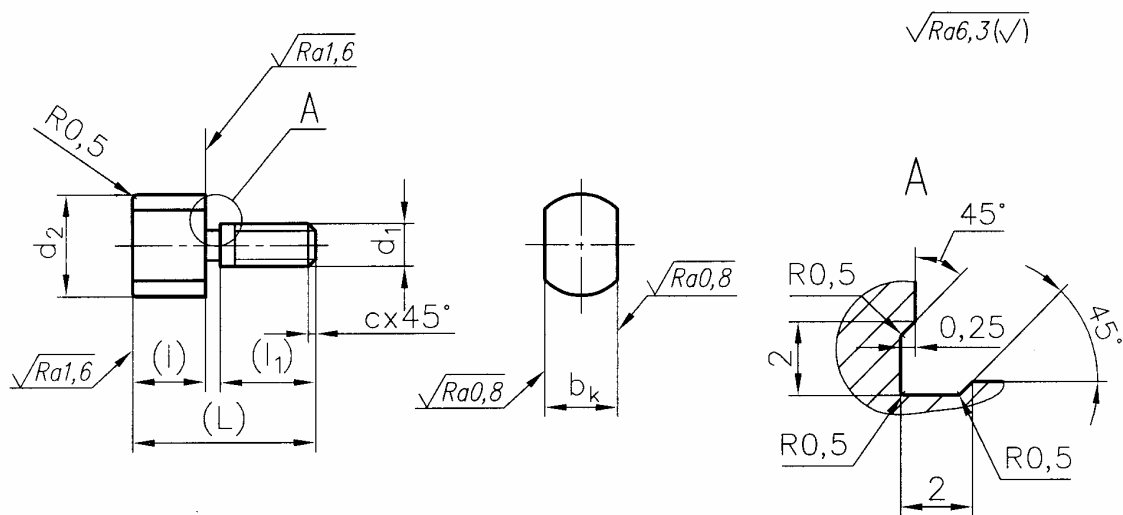


Рис. 2.83. Шпонка

Таблица 2.106

Размеры шпонок, мм

$b_{\text{НОМ}}$	L	l	l_1	d_1	d_2	c
8	24	9,0	10	М4	11	0,5
10		10,5			13	
12		11,2			15	
14	30	12,0	12	М6	17	0,7
16	32	13,8			19	
18	34	15,1			21	
20	42	17,4	15	М10	23	1,0
22	45	20,0			25	
25		21,6			28	
28		24,2			31	
32	50	27,4	20	М12	35	1,5
36	65	28,0			39	
40		33,2			43	
45	75	40,2			48	

Конструкция и размеры гаек указаны на рис. 2.84 и в табл. 2.107.

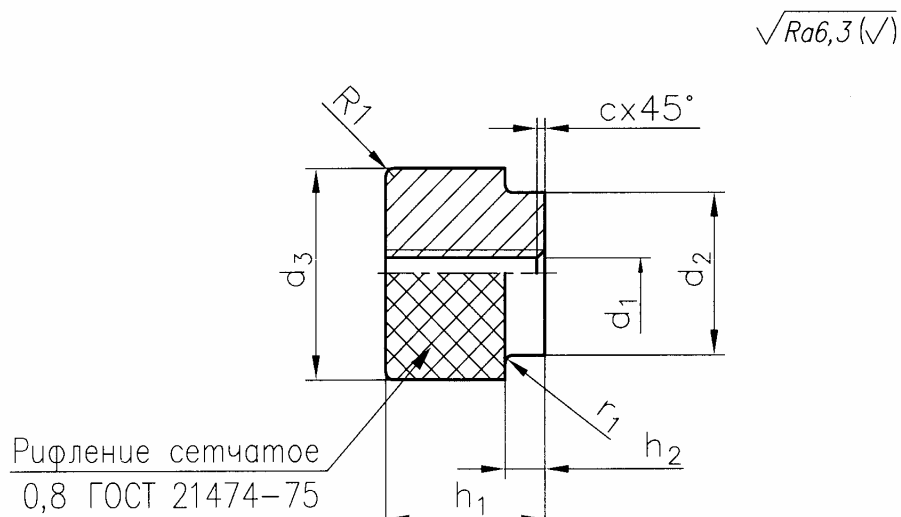


Рис. 2.84. Гайка

Таблица 2.107

Размеры гаек, мм

d_1	d_2	d_3	h_1	h_2	c	r_1
M4	10	15	10	3	0,5	1,5
M6	15	20	12		0,7	
M10	20	28	15	5	1,0	2,5
M12	30	35	18	8	1,5	3,5

**Калибры-глубиномеры шпоночные
для отверстий диаметром от 3 до 10 мм (ГОСТ 24115–80)**

Калибры-глубиномеры предназначены для контроля глубины шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры калибров-глубиномеров приведены на рис. 2.85 и в табл. 2.108.

Таблица 2.108

Размеры калибров-глубиномеров шпоночных, мм

Размер $d+t_2$	Пред. откл. раз- мера $d+t_2$	H_1			H_2	s	r_1
		Наибольший предельный размер нового калибра		Пред. откл.			
		ПР	НЕ				
Св. 3 до 6	+0,1	$(d+t_2) + 0,0145$	$(d+t_2) + 0,1025$	–0,005	12	0,9	1,5
Св. 6 до 10		$(d+t_2) + 0,0170$	$(d+t_2) + 0,1030$	–0,006	13	1,0	2,0
Св. 10 до 12		$(d+t_2) + 0,0200$	$(d+t_2) + 0,1040$	–0,008	14	1,2	4,0

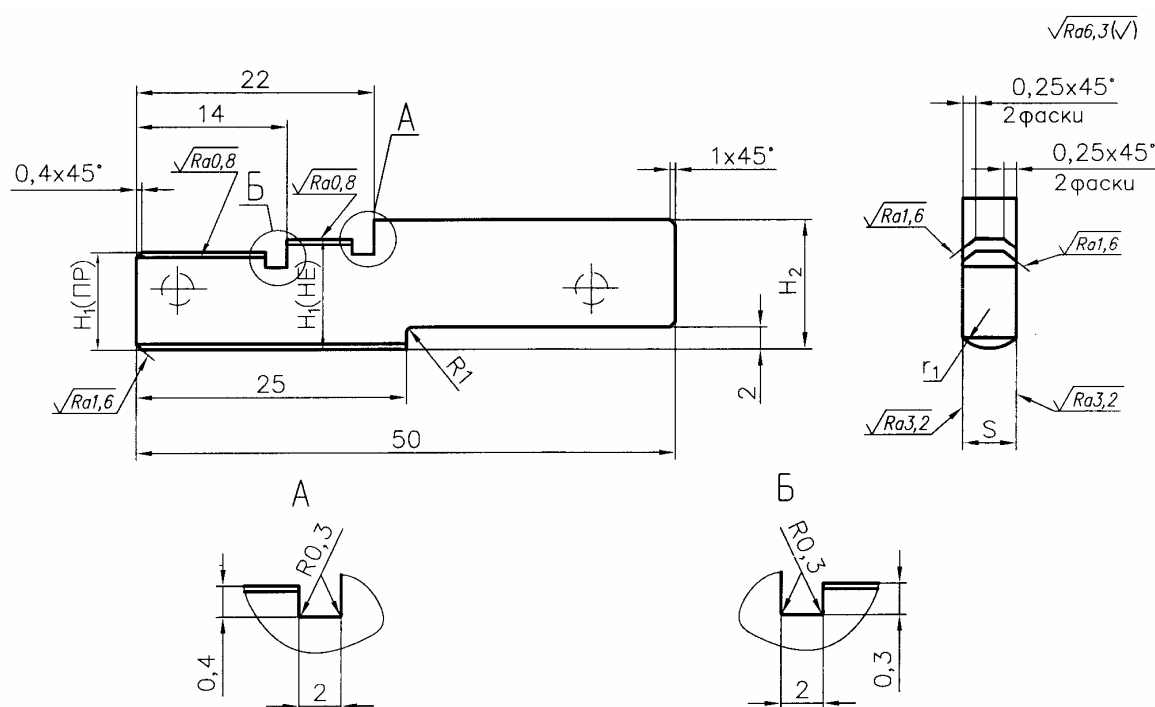


Рис. 2.85. Калибр-глубиномер шпоночный

Калибры-глубиномеры шпоночные
для отверстий диаметром свыше 10 до 90 мм (ГОСТ 24116–80)

Калибры-глубиномеры предназначены для контроля глубины шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры калибров-глубиномеров приведены на рис. 2.86 и в табл. 2.109.

Таблица 2.109

Размеры калибров-глубиномеров шпоночных, мм

Размер $d+t_2$	Пред. откл. размера $d+t_2$	H_1			H_2	h_1	L	l	l_1	s	r_1	r_2	c
		Наибольший предельный размер нового калибра		Пред. откл.									
		ПР	НЕ										
Св. 11,8 до 18,0	0,1	$(d+t_2)+$ +0,0200	$(d+t_2)+$ +0,1040	−0,008	10	1	70	15	23	2	1,0	5	0,5
Св. 18,0 до 24,8		$(d+t_2)+$ +0,0235	$(d+t_2)+$ +0,1045	−0,009	12	2	80	17	27	3	1,5	8	
Св. 24,8 до 30,0	0,2	$(d+t_2)+$ +0,0235	$(d+t_2)+$ +0,2045	−0,009	20	4	90	19	29	4	2,5	10	1,0
Св. 30,0 до 50,0		$(d+t_2)+$ +0,0275	$(d+t_2)+$ ±0,2055	−0,011	25	6	100	21	33	5	4,0	12	
Св. 50,0 до 69,4		$(d+t_2)+$ +0,0315	$(d+t_2)+$ +0,2065	−0,013	32	7	110	23	36	6		16	
Св. 69,4 до 80,0					50	10	140	33	49	8	6,0	25	
Св. 80,0 до 95,4		$(d+t_2)+$ +0,0355	$(d+t_2)+$ +0,2075	−0,015	60	15	160	43	61		8,0	32	

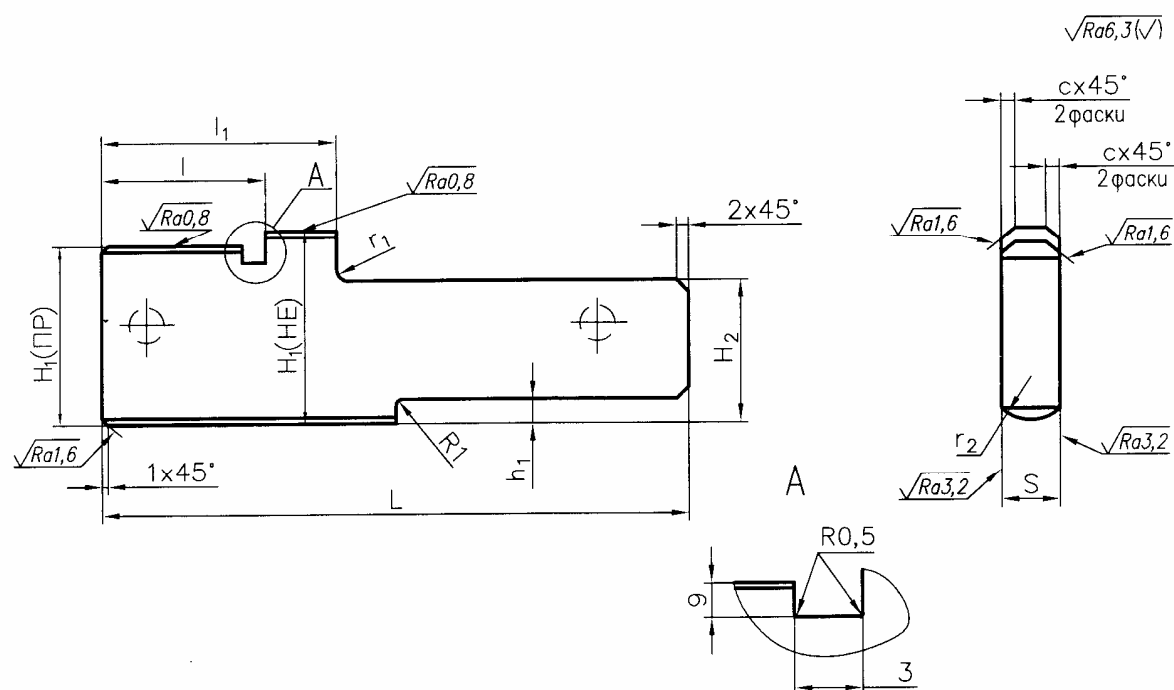


Рис. 2.86. Калибр-глубиномер шпоночный

Калибры-глубиномеры шпоночные
для отверстий диаметром свыше 90 до 200 мм (ГОСТ 24117–80)

Калибры-глубиномеры предназначены для контроля глубины шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78.

Конструкция и размеры калибров-глубиномеров приведены на рис. 2.87 и в табл. 2.110.

Таблица 2.110

Размеры калибров-глубиномеров шпоночных, мм

Размер $d+t_2$	Пред. откл. размера $d+t_2$	H_1			L	l	s	r_1
		Новый калибр		Пред. откл.				
		Наибольший предельный размер						
		ПР	НЕ					
Св. 95 до 120	+0,2	$(d+t_2) + 0,0355$	$(d+t_2) + 0,2075$	−0,015	50	30	6	40
Св. 120 до 130			$(d+t_2) + 0,2090$	−0,018				50
Св. 130 до 150	+0,3	$(d+t_2) + 0,0410$	$(d+t_2) + 0,3100$		−0,020	60	40	8
Св. 150 до 180				60				
Св. 180 до 200								
Св. 200 до 225		$(d+t_2) + 0,0500$	$(d+t_2) + 0,3090$					

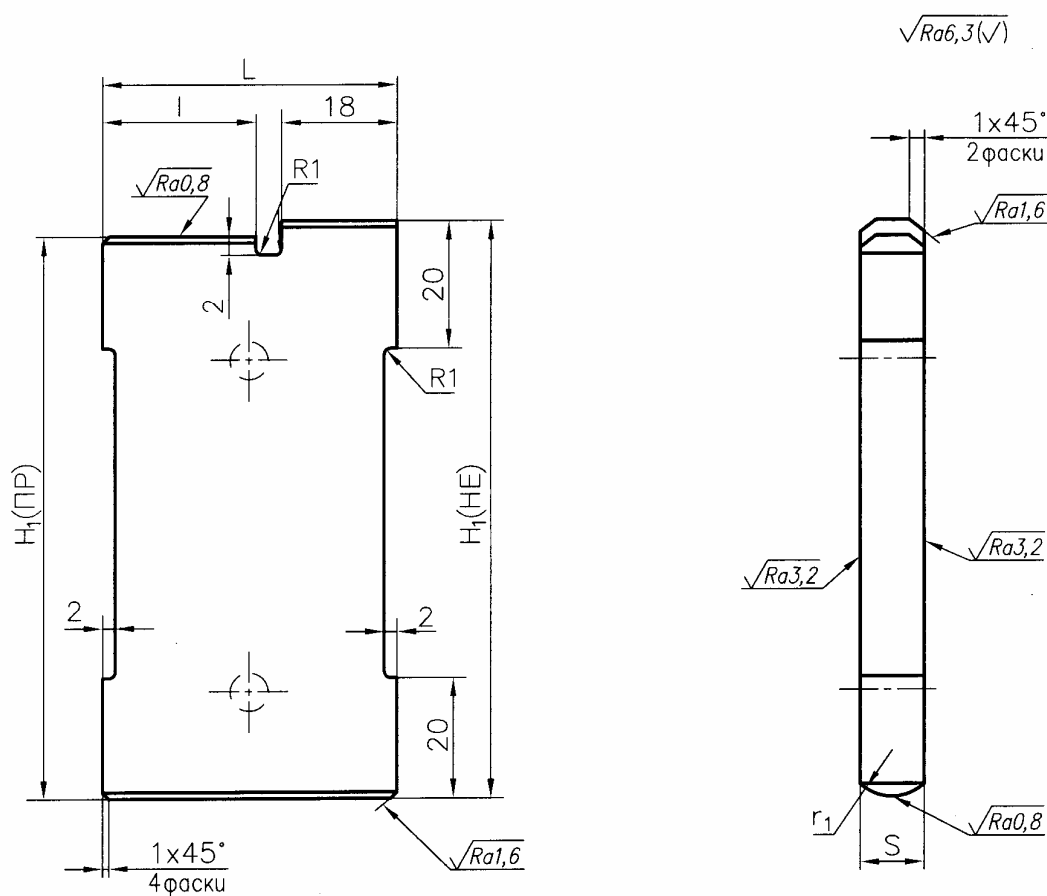


Рис. 2.87. Калибр-глубиномер шпоночный

**Калибры-глубиномеры шпоночные
для валов диаметром от 6 до 200 мм (ГОСТ 24118–80)**

Калибры-глубиномеры предназначены для контроля глубины шпоночных пазов по ГОСТ 23360–78 и ГОСТ 24068–80.

Конструкция и размеры калибров-глубиномеров приведены на рис. 2.88 и в табл. 2.111.

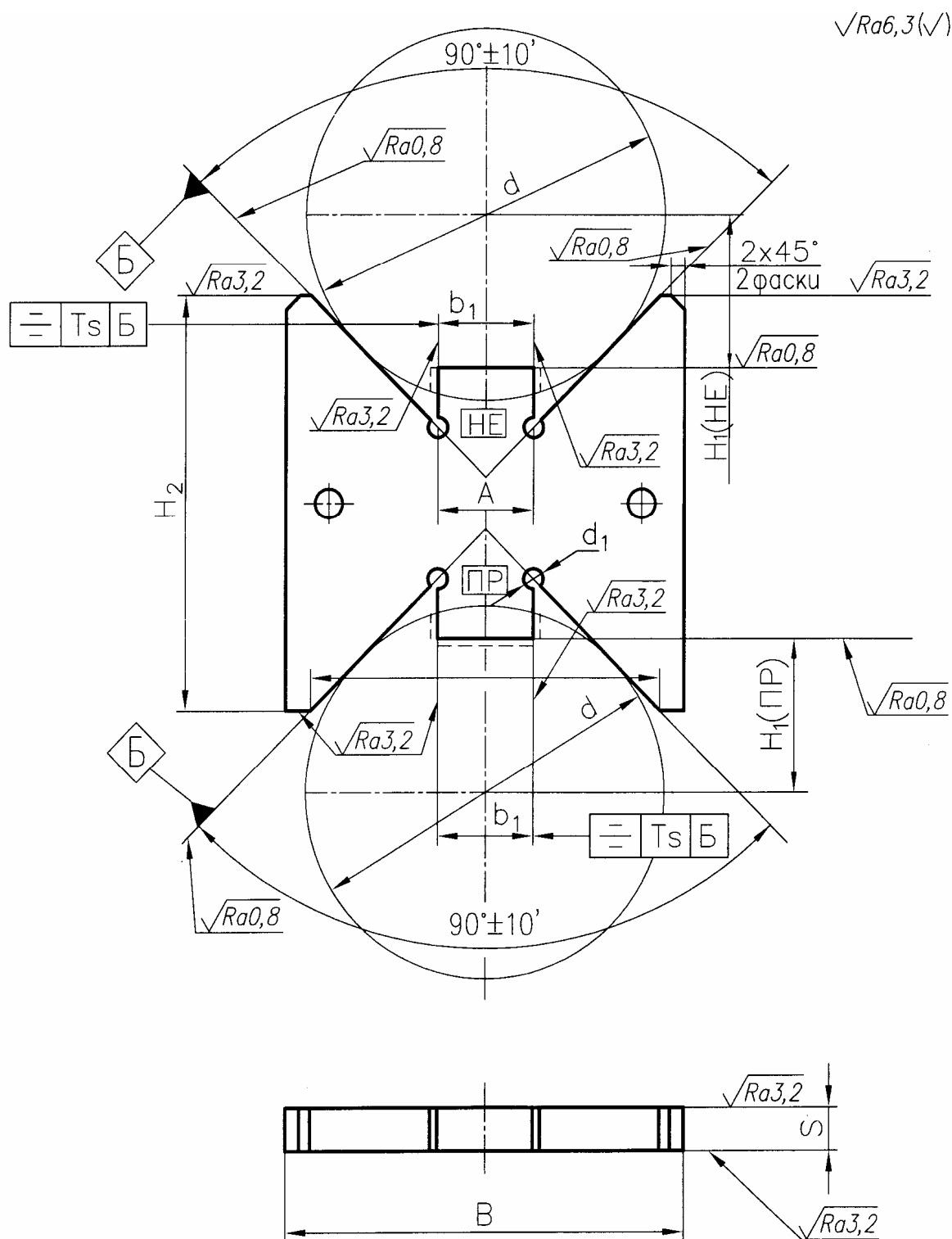


Рис. 2.88. Калибр-глубиномер шпоночный

Таблица 2.111

Размеры калибров-глубиномеров шпоночных, мм

d	t ₁	H				H ₂	B	A	b ₁	s	l	d ₁	T _{s1}					
		ПР		НЕ														
		наиболь- ший предельный размер	наимень- ший предельный размер	наибольший предельный размер	наимень- ший предельный размер													
От 6 до 8	1,2	d/2 – 1,2	d/2 – 1,204	d/2 – 1,296	d/2 – 1,3	40	20	1,8	1,4	3	8	1,0	0,2					
Св. 8 до 10	1,8	1,8	1,804	1,896	1,9			2,5			10							
Св. 10 до 12	2,5	2,5	2,504	2,596	2,6			3,5			15							
Св. 12 до 17	3,0	3,0	3,004	3,096	3,1			4,5			19							
Св. 17 до 22	3,5	3,5	3,505	3,595	3,6	40	40	6,0	5,0	38	24	1,5	0,2					
Св. 22 до 30	4,0	4,0	4,012	4,188	4,2			7,0			32							
Св. 30 до 38	5,0	5,0	5,012	5,188	5,2			9,0			8,0							
Св. 38 до 44											10,0							
Св. 44 до 50	5,5	5,5	5,512	5,688	5,7	60	60	13,0	12,0	4	47	2,0	0,4					
Св. 50 до 58	6,0	6,0	6,012	6,188	6,2			15,0			52							
Св. 58 до 65	7,0	7,0	7,015	7,185	7,2			70			17,0			16,0	56			
Св. 65 до 75	7,5	7,5	7,515	7,685	7,7			80			19,0			18,0	70			
Св. 75 до 85	9,0	9,0	9,015	9,185	9,2	90	90	23,0	22,0	6	77	2,0	0,4					
Св. 85 до 95																		
Св. 95 до 110	10,0	10,0	10,015	10,185	10,2									110	105	27,0	26,0	94
Св. 110 до 130	11,0	11,0	11,008	11,192	11,2									125	120	31,0	30,0	104
Св. 130 до 150	12,0	12,0	12,018	12,282	12,3	140	130	33,0	32,0	118	3,0	0,4						
Св. 150 до 170	13,0	13,0	13,018	13,282	13,3	160	150	35,0	36,0	140								
Св. 170 до 200	15,0	15,0	15,018	15,282	15,3	190	180	39,0	40,0	168								

для размеров от 1 до 3 мм (ГОСТ 24120–80)

Калибры пазовые шпоночные предназначены для контроля ширины шпоночных пазов на валах и втулках по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 24068–80 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры пазовых калибров приведены на рис. 2.89 и в табл. 2.112.

Исполнительные размеры $b_{к1}$ указаны в табл. 2.113.

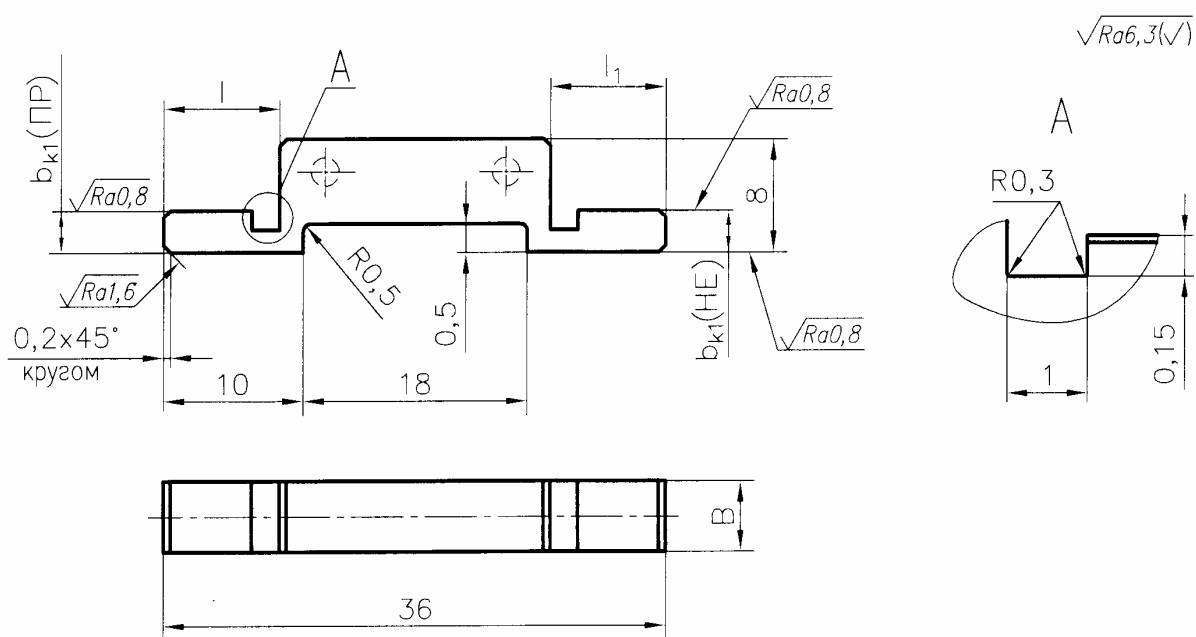


Рис. 2.89. Калибр пазовый шпоночный

Таблица 2.112

Размеры калибров пазовых шпоночных, мм

b_{HOM}	B	l	l_l
1,0	2,6	6	4
1,5	3,4		
2,0	4,5		
2,5	6,0	8	5
3,0	8,0		

Таблица 2.113

Исполнительные размеры $b_{кл}$ для $b_{ном}$ до 3 мм, мм

Наибольший предельный размер нового калибра, мм														Пред. откл.			
Поле допуска паза																	
$b_{\text{ном}}$	H9		Js9		N9		P9		D10		H11		H9, Js9, N9, P9, D10	H11			
	ИП	НН	ИП	НН	ИП	НН	ИП	НН	ИП	НН	ИП	НН					
	1,0	1,006	1,026	0,994	1,013	0,977	0,997	0,975	0,995	1,026	1,061	1,012			1,062	-0,002	-0,004
	1,5	1,506	1,526	1,494	1,513	1,477	1,497	1,475	1,495	1,526	1,561	1,512			1,562		
	2,0	2,006	2,026	1,994	2,013	1,977	1,997	1,975	1,995	2,026	2,061	2,012			2,062		
	2,5	2,506	2,526	2,494	2,513	2,477	2,497	2,475	2,495	2,526	2,561	2,512			2,562		
3,0	3,006	3,026	2,994	3,013	2,977	2,997	2,975	2,995	3,026	3,061	3,012	3,062					

**Калибры пазовые
для размеров свыше 3 до 50 мм (ГОСТ 24121–80)**

Калибры пазовые шпоночные предназначены для контроля шпоночных пазов на валах и втулках по ГОСТ 23360–78, ГОСТ 24068–80 и ГОСТ 24071–97.

Конструкция и размеры пазовых калибров приведены на рис. 2.90 и в табл. 2.114.

Исполнительные размеры $b_{кл}$ указаны в табл. 2.113, 2.115 и 2.116.

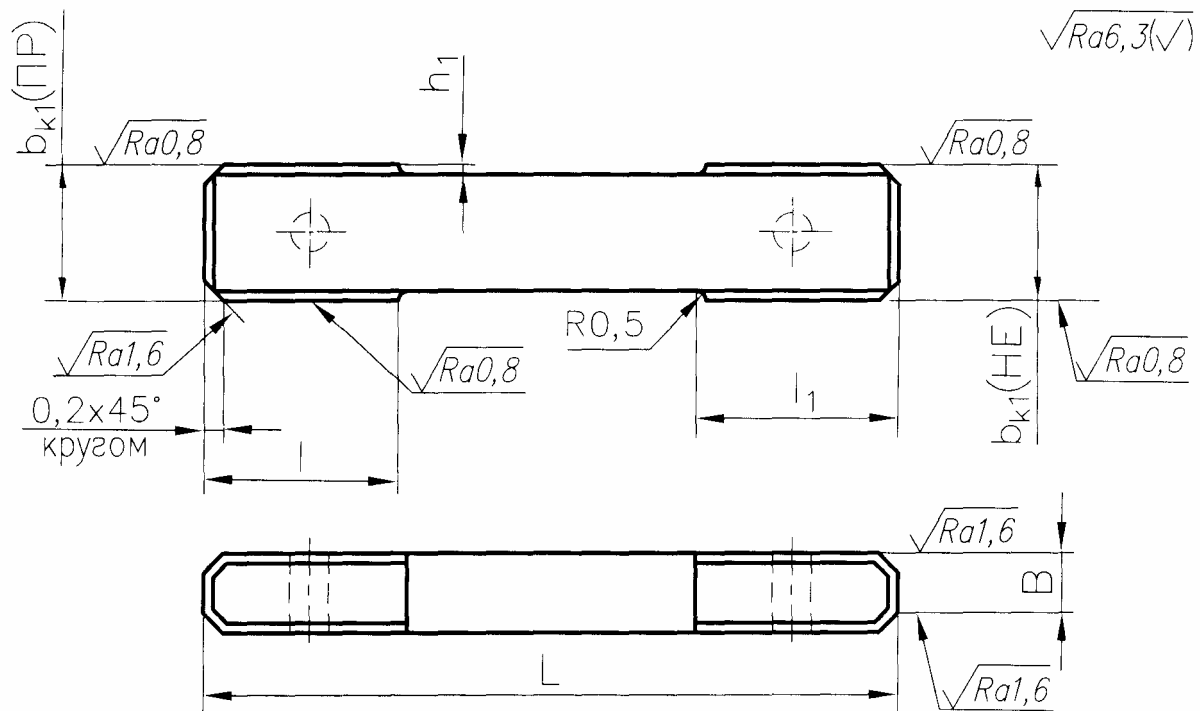


Рис. 2.90. Калибр пазовый шпоночный

Таблица 2.114

Размеры калибров пазовых шпоночных, мм

$b_{ном}$	L	l	l_1	h_1
4	60	16	10	0,3
5				
6	70	20	12	0,5
8; 10; 12;	80			
14; 16; 18	90	25	16	0,8
20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50	100			1,0

Таблица 2.115

Исполнительные размеры $b_{к1}$ для $b_{ном}$ от 4 до 50 мм
и полей допусков Н9, Js9, N9, мм

$b_{\text{ном}}$	Наибольший предельный размер нового калибра						Пред. откл.
	Поле допуска паза						Н9, Js9, N9,
	Н9		Js9		N9		
	ПР	НЕ	ПР	НЕ	ПР	НЕ	
4	4,0075	4,0310	3,9925	4,0160	3,9775	4,0010	−0,0025
5	5,0075	5,0310	4,9925	5,0160	4,9775	5,0010	
6	6,0075	6,0310	5,9925	6,0160	5,9775	6,0010	
8	8,0085	8,0370	7,9905	8,0190	7,9725	8,0010	
10	10,0085	10,0370	9,9905	10,0190	9,9725	10,0010	
12	12,0095	12,0445	11,9885	12,0225	11,9665	12,0015	−0,0030
14	14,0095	14,0445	13,9885	14,0225	13,9665	14,0015	
16	16,0095	16,0445	15,9885	16,0225	15,9665	16,0015	
18	18,0095	18,0445	17,9885	18,0225	17,9665	18,0015	
20	20,0110	20,0540	19,9850	20,0280	19,9590	20,0020	−0,0040
22	22,0110	22,0540	21,9850	22,0280	21,9590	22,0020	
25	25,0110	25,0540	24,9850	25,0280	24,9590	25,0020	
28	28,0110	28,0540	27,9850	28,0280	27,9590	28,0020	−0,0040
32	32,0130	32,0640	31,9820	32,0330	31,9510	32,0020	
36	36,0130	36,0640	35,9820	36,0330	35,9510	36,0020	
40	40,0130	40,0640	39,9820	40,0330	39,9510	40,0020	
45	45,0130	45,0640	44,9820	45,0330	44,9510	45,0020	
50	50,0130	50,0640	49,9820	50,0330	49,9510	50,0020	

Таблица 2.116

Исполнительные размеры $b_{к1}$ для $b_{ном}$ от 4 до 50 мм
и полей допусков P9, D10, H11, мм

$b_{\text{ном}}$	Наибольший предельный размер нового калибра						Пред. откл.	
	Поле допуска паза						P9, D10	H11
	P9		D10		H11			
	ПР	HE	ПР	HE	ПР	HE		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	3,9655	3,9890	4,0375	4,0790	4,0145	4,0775	−0,0025	−0,005
5	4,9655	4,9890	5,0375	5,0790	5,0145	5,0775		
6	5,9655	5,9890	6,0375	6,0790	6,0145	6,0775		
8	7,9575	7,9860	8,0485	8,0990	8,0170	8,0930		−0,006
10	9,9575	9,9860	10,0485	10,0990	10,0170	10,0930	−0,0030	−0,008
12	11,9485	11,9835	12,0595	12,1215	12,0200	12,1140		
14	13,9485	13,9835	14,0595	14,1215	14,0200	14,1140		
16	15,9485	15,9835	16,0595	16,1215	16,0200	16,1140		
18	17,9485	17,9835	18,0595	18,1215	18,0200	18,1140		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	19,9370	19,9800	20,0760	20,1510	20,0235	20,1345	–0,0040	–0,009
22	21,9370	21,9800	22,0760	22,1510	22,0235	22,1345		
25	24,9370	24,9800	25,0760	25,1510	25,0235	25,1345		
28	27,9370	27,9800	28,0760	28,1510	28,0235	28,1345		
32	31,9250	31,9760	32,0930	32,1820	32,0275	32,1655		–0,011
36	35,9250	35,9760	36,0930	36,1820	36,0275	36,1655		
40	39,9250	39,9760	40,0930	40,1820	40,0275	40,1655		
45	44,9250	44,9760	45,0930	45,1820	45,0275	45,1655		
50	49,9250	49,9760	50,0930	50,1820	50,0275	50,1655		

2.6. Средства контроля шлицевых соединений

2.6.1. Средства контроля шлицевых прямобоочных соединений

Ввиду того, что шлицевое соединение имеет сложные формы, контроль универсальными средствами не производят, а применяют только специальные СК.

Для контроля годности прямобоочного шлицевого соединения по ГОСТ 7951–80 применяют комплекты калибров, состоящие из поэлементных и шлицевых комплексных калибров.

Комплект калибров для контроля шлицевой прямобоочной втулки:

1) комплексный калибр-пробка проходной – для одновременного контроля наименьших размеров наружного диаметра втулки D , внутреннего диаметра втулки d , ширины паза втулки b , соосности их окружностей, симметричности пазов, шага пазов по окружности и параллельности боковых поверхностей пазов отверстия их осям симметрии (должен входить во втулку на всю длину шлицевого отверстия);

2) поэлементный калибр-пробка неполный непроходной – для контроля наружного диаметра втулки D (не должен проходить по размеру D);

3) поэлементный калибр-пробка неполный непроходной – для контроля ширины паза втулки b (не должен проходить по размеру b);

4) поэлементный калибр-пробка полный непроходной – для контроля внутреннего диаметра втулки d (не должен проходить по размеру d).

Комплект калибров для контроля шлицевого прямобоочного вала:

1) комплексный калибр-кольцо проходной – для одновременного контроля наибольших размеров наружного диаметра вала D , внутреннего диаметра вала d , толщины зуба вала b , соосности их окружностей, симметричности зубьев вала, шага зубьев по окружности и параллельности боковых поверхностей зубьев вала их осям симметрии (должен проходить по всей длине шлицевого вала);

2) поэлементный калибр-скоба непроходной – для контроля наружного диаметра вала D (не должен проходить по размеру D);

3) *поэлементный калибр-скоба непроходной* – для контроля толщины зуба вала b (не должен проходить по размеру b);

4) *поэлементный калибр-скоба непроходной* – для контроля внутреннего диаметра вала d (не должен проходить по размеру d) [6].

По конструкции комплексные калибры имеют контур, обратный контуру шлицевого прямоугольного отверстия (вала). При этом для контроля шлицевого отверстия он выполнен с наименьшими предельными размерами параметров D , d и b , а для контроля шлицевого вала – с наибольшими предельными размерами параметров D , d и b .

Калибры для контроля внутреннего диаметра отверстия втулки и наружного диаметра вала по конструкции ничем не отличаются от гладких калибров-пробок и калибров-скоб.

Калибры для контроля наружного диаметра и ширины впадины отверстия (втулки) и калибры для контроля внутреннего диаметра и толщины зуба вала выполняют в виде листовых пробок и скоб [18, 22].

Технические требования к шлицевым калибрам и их маркировка соответствуют ГОСТ 24959–81.

Детали калибров с рабочими поверхностями изготавливают из стали марок ШХ15, ШХ15СГ по ГОСТ 801–78 или Х, ХВГ и 9ХВГ по ГОСТ 5950–73.

Твердость рабочих поверхностей соответствует 58...64 HRC₃.

Детали калибров с рабочими поверхностями подвергаются старению и размагничиванию.

На рабочих поверхностях калибров не допускаются риски, раковины, прижоги, дробленость и следы коррозии.

Параметры шероховатости Ra должны соответствовать следующим значениям:

- центрирующие рабочие поверхности – 0,2 мкм;
- нецентрирующие рабочие поверхности – 1,6 мкм;
- поверхности заходных и выходных фасок – 1,6 мкм;
- поверхность конуса центровых отверстий и наружных центров деталей пробок – 0,8 мкм;
- поверхность хвостовиков вставок – 1,6 мкм;
- поверхность конуса отверстий ручек – 3,2 мкм.

На калибр наносят:

- обозначение шлицевого вала или втулки;
- поле допуска;
- условное обозначение года выпуска;
- товарный знак предприятия-изготовителя.

Допускается нанесение других знаков маркировки.

Стандартные буквенные обозначения параметров шлицевого прямоугольного соединения:

b – номинальная толщина зуба вала и ширина паза втулки;

b_k – номинальная толщина зуба калибра-пробки и ширина паза калибра-кольца;

b_{\max} – наибольшая толщина зуба;

b_{\min} – наименьшая ширина паза;
 D – номинальный наружный диаметр вала и втулки;
 D_k – номинальный наружный диаметр калибра-пробки и калибра-кольца;
 D_{\max} – наибольший диаметр D вала;
 D_{\min} – наименьший диаметр D втулки;
 d – номинальный внутренний диаметр втулки и вала;
 d_k – номинальный внутренний диаметр калибра-пробки и калибра-кольца;
 d_{\max} – наибольший диаметр d вала;
 d_{\min} – наименьший диаметр d втулки;
 es – верхнее отклонение вала;
 H_b – допуск на изготовление калибра-пробки по толщине зуба b ;
 H_{1b} – допуск на изготовление калибра-кольца по ширине паза b ;
 H_d ; H_D – допуск на изготовление калибра-пробки по центрирующим диаметрам d и D ;
 H_{1d} ; H_{1D} – допуск на изготовление калибра-кольца по центрирующим диаметрам d и D ;
 $H_{D'}$ – допуск на изготовление калибра-пробки по нецентрирующему диаметру D ;
 $H_{1D'}$ – допуск на изготовление калибра-кольца по нецентрирующему диаметру D ;
 T_p – допуск параллельности боковых сторон зуба калибра-пробки или паза калибра-кольца относительно оси поверхности d_k или D_k ;
 T_s – допуск симметричности зубьев или пазов калибра относительно оси поверхности d_k или D_k ;
 Y_b ; Y_D ; Y_d – допустимый выход размера изношенного калибра-пробки за границу поля допуска втулки;
 Y_{1b} ; Y_{1D} ; Y_{1d} – допустимый выход размера изношенного калибра-кольца за границу поля допуска вала;
 Z_b ; Z_D ; $Z_{D'}$; Z_d – расстояние от середины поля допуска на изготовление калибра-пробки до соответствующего наименьшего предельного размера втулки;
 Z_{1b} ; Z_{1D} ; $Z_{1D'}$; Z_{1d} – расстояние от середины поля допуска на изготовление калибра-кольца до соответствующего наибольшего предельного размера вала.
 d_1 – номинальный наружный диаметр направляющей части калибра-пробки исполнения 1;
 c – номинальная величина фаски калибра;
 h – номинальная рабочая высота зуба калибра;
 l – номинальная длина рабочей части калибра-пробки исполнения 1;
 l_1 – номинальная длина рабочей части калибра-пробки исполнения 2;
 l_2 – номинальная длина рабочей части калибра-пробки исполнения 3;
 l_3 – номинальная длина рабочей части калибра-кольца;
 r – номинальный радиус закругления калибра;
 z – число зубьев;
 α – угловой шаг.

Исполнительные размеры комплексных шлицевых прямобоочных калибров рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 2.117.

Таблица 2.117

Формулы для расчета размеров комплексных шлицевых прямобоочных калибров
(ГОСТ 7951–80)

Комплексный шлицевой калибр	Диаметр		Толщина зуба вала (ширина паза втулки)	Размеры	Предельные отклонения
	центри- рующий	нецен- триру- ющий			
Пробка	d	—	—	$d_k = d_{\min} - Z_d$	$\pm H_d/2$
	—	D	—	$D_k = D_{\min} - Z_{D'}$	$\pm H_{D'}/2$
	—	—	b	$b_k = b_{\min} - Z_b$	$\pm H_b/2$
	D	—	—	$D_k = D_{\min} - Z_D$	$\pm H_{1D}/2$
	—	d	—	$d_k = d - 0,1$	$h8$
	—	—	b	$b_k = b_{\min} - Z_b$	$\pm H_b/2$
Кольцо	d	—	—	$b_k = d_{\max} + Z_{1d}$	$\pm H_{1d}/2$
	—	D	—	$D_k = D_{\max} + Z_{1D'}$	$\pm H_{1D'}/2$
	—	—	b	$b_k = d_{\max} + Z_{1b}$	$\pm H_{1b}/2$
	D	—	—	$D_k = D_{\max} + Z_{1D}$	$\pm H_{1D}/2$
	—	d	—	$d_k = d - 0,1$	$H8$
	—	—	b	$b_k = b_{\max} + Z_{1b}$	$\pm H_{1b}/2$

Допуски шлицевых прямобоочных калибров установлены ГОСТ 7951–80.

Значения допусков центрирующих диаметров комплексных шлицевых прямобоочных калибров приведены в табл. 2.118.

Таблица 2.118

Допуски центрирующих диаметров
комплексных шлицевых прямобоочных калибров, мкм

Центрирующий диаметр d или D		Пробка						Кольцо		
Номинальный размер, мм	Допуск по ква- литету	d_k			D_k			d_k и D_k		
		Z_d	H_d	Y_d	Z_D	H_D	Y_D	$Z_{1d} = Z_{1D}$	$H_{1d} = H_{1D}$	$Y_{1d} = Y_{1D}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Св. 10 до 18	IT6	3,0	3	7,5	2,5	2,0	5,5	5,5	3	10
Св. 18 до 30		3,5	4	9,5	3,0	2,5	7,0	6,0	4	12
Св. 30 до 50		4,0	4	10,0	3,0	2,5	7,0	7,0	4	13
Св. 50 до 80		4,5	5	12,0	3,5	3,0	8,0	7,5	5	15
Св. 80 до 120		6,0	6	15,0	5,0	4,0	11,0	9,0	6	18
Св. 120 до 180		7,0	8	19,0	5,5	5,0	13,0	10,0	8	22

Окончание табл. 2.118

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Св. 10 до 18	IT7	6,5	5	14	5,5	3	10	5,5	3	10
Св. 18 до 30		7,0	6	16	6,0	4	12	6,0	4	12
Св. 30 до 50		8,5	7	19	7,0	4	13	7,0	4	13
Св. 50 до 80		9,0	8	21	7,5	5	15	7,5	5	15
Св. 80 до 120		11,0	10	26	9,0	6	18	9,0	6	18
Св. 120 до 180		12,0	12	30	10,0	8	22	10,0	8	22
Св. 10 до 18	От IT8 до IT10	6,5	5	14	5,5	3	10	6,5	5	14
Св. 18 до 30		7,0	6	16	6,0	4	12	7,0	6	16
Св. 30 до 50		8,5	7	19	7,0	4	13	8,5	7	19
Св. 50 до 80		9,0	8	21	7,5	5	15	9,0	8	21
Св. 80 до 120		11,0	10	26	9,0	6	18	11,0	10	26
Св. 120 до 180		12,0	12	30	10,0	8	22	12,0	12	30

Значения допусков нецентрирующего диаметра D_k комплексных шлицевых прямобоочных калибров приведены в табл. 2.119.

Таблица 2.119

Допуски нецентрирующего диаметра D_k
комплексных шлицевых прямобоочных калибров, мкм

Нецентрирующий диаметр, мм	Калибр-пробка		Калибр-кольцо	
	$Z_{D'}$	$H_{D'}$	$Z_{1D'}$	$H_{1D'}$
Св. 10 до 18	80	18	175	18
Св. 18 до 30		21	180	21
Св. 30 до 50		25	185	25
Св. 50 до 80	85	30	200	30
Св. 80 до 120	95	35	225	35
Св. 120 до 180	115	40	265	40

Значения допусков размера b_k комплексных шлицевых прямобоочных калибров приведены в табл. 2.120.

Таблица 2.120

Допуски размера b_k комплексных шлицевых прямобоочных калибров, мкм

Толщина зуба, ширина паза b		Калибр-пробка			Калибр-кольцо			Накопленная погрешность шага
Номинальный размер, мм	Допуск	Z_b	H_b	Y_b	Z_{1b}	H_{1b}	Y_{1b}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 3	IT6	6	2,0	9,0	8	3	12,5	4
Св. 3 до 6		8	2,5	12,0	10	4	16,0	5
Св. 6 до 10		8	2,5	12,0	12	4	18,0	6
Св. 10 до 18		10	3,0	14,5	16	5	23,5	8

Окончание табл. 2.120

1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 3	IT7	8	3,0	12,5	8	3	12,5	4
Св. 3 до 6		10	4,0	16,0	10	4	12,5	5
Св. 6 до 10		12	4,0	18,0	12	4	18,0	6
Св. 10 до 18		16	5,0	23,5	16	5	23,5	8
До 3	От IT8 до IT10	8	3,0	12,5	8	4	14,0	4
Св. 3 до 6		10	4,0	16,0	10	5	17,5	5
Св. 6 до 10		12	4,0	18,0	12	6	21,0	6
Св. 10 до 18		16	5,0	23,5	16	8	28,0	8

Значения допусков T_s и T_p комплексных шлицевых прямобоочных калибров приведены в табл. 2.121.

Таблица 2.121

Допуски T_s и T_p комплексных шлицевых прямобоочных калибров, мкм

Номинальная толщина зуба или ширина паза b , мм	Допуск расположения калибров-пробок и калибров-колец при длине l и l_3			
	по ряду А		по ряду В	
	T_s	T_p	T_s	T_p
До 3	6	3	8	4
Св. 3 до 6	8	4	10	5
Св. 6 до 10	8	4	12	6
Св. 10 до 18	10	5	16	8

Калибры комплексные для контроля шлицевых прямобоочных соединений (ГОСТ 24960–81)

Комплексные калибры (пробки и кольца) предназначены для контроля суммарных отклонений наружного и внутреннего диаметров, ширины пазов или толщины зубьев, а также отклонений формы и расположения элементов профиля шлицевых валов и отверстий с прямобоочным профилем зубьев по ГОСТ 1139–80.

Исполнительные размеры D_k , d_k , b_k – по ГОСТ 7951–80.

Калибры-пробки исполнения 1

Конструкция и размеры калибров-пробок исполнения 1 приведены на рис. 2.91 и в табл. 2.122 и 2.123.

Конструкция и размеры вставок исполнения 1 приведены на рис. 2.92 и 2.93 и в табл. 2.122 и 2.123.

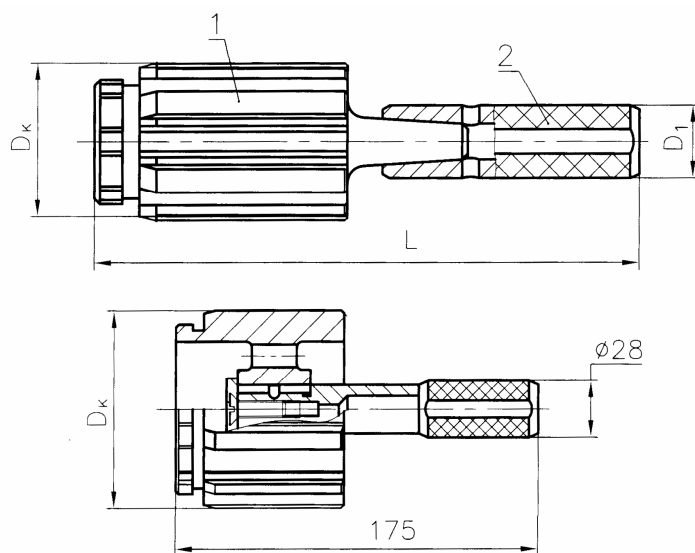


Рис. 2.91. Калибр-пробка исполнения 1:
1 – вставка; 2 – ручка

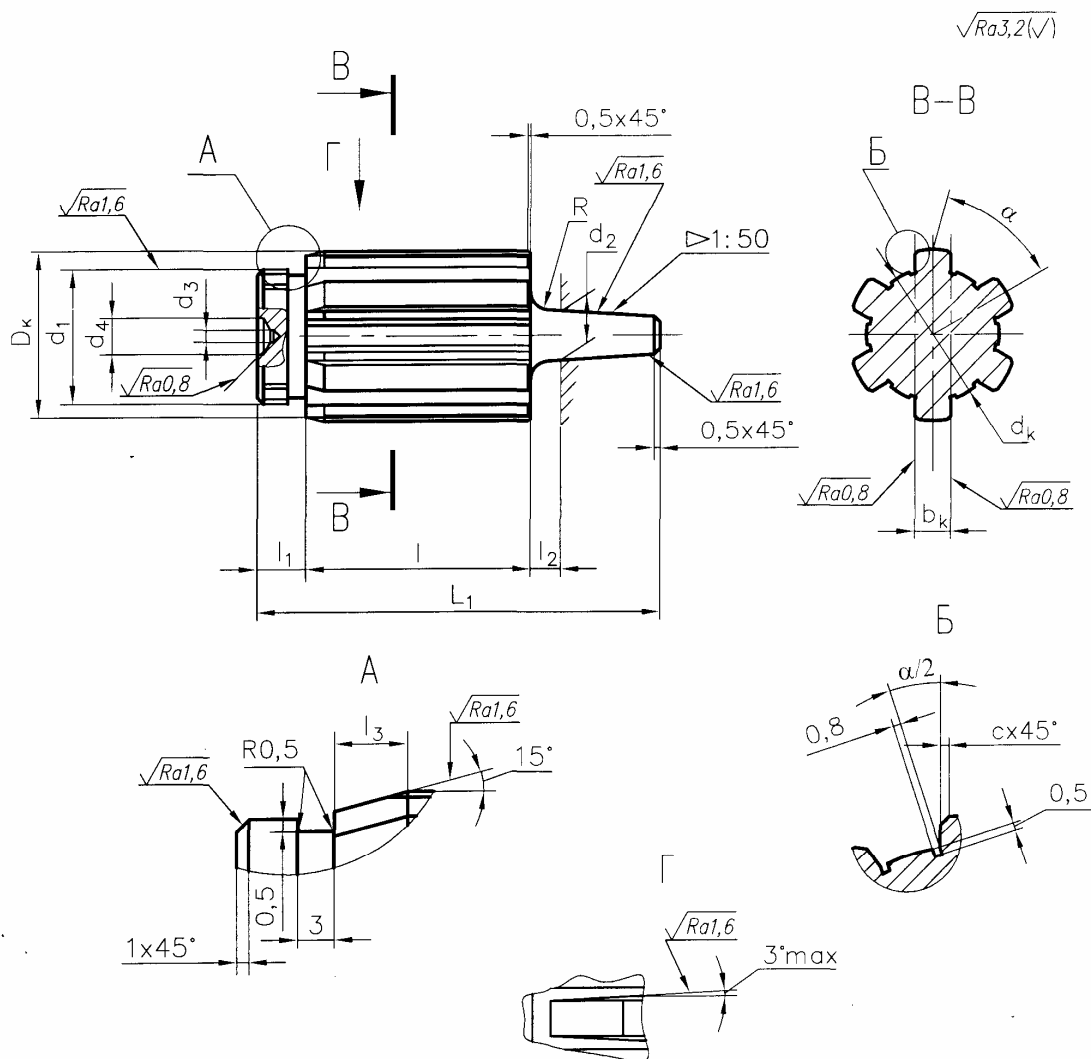


Рис. 2.92. Вставка калибра-пробки исполнения 1 (для $z = 6$ и 8 ; $z = 10$ при $D \leq 56$ мм)

Таблица 2.122

Размеры калибров-пробок исполнения 1 и вставок к ним (для $z = 6$ и 8 ; $z = 10$ при $D \leq 56$ мм), мм

$z \times d \times D$	D_{κ}	D_1	L	d_{κ}	b_{κ}	L_1	l	l_1	l_2	l_3	d_1			d_2		d_3	d_4	c^*	R															
											НОМ. И	пред. откл. при центрировании по		но- мин.	пред. откл.																			
												d	$D; b$																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20															
6×11×14	14	10	106	11	3,0	60	25	11	10	2	11	-0,016 -0,034	-0,095 -0,205	6	-0,030	1,0	4	0,2	1															
6×13×16	16		109	13	3,5	63	30	10	9		13			8	-0,036	1,5	5		8	4	0,3	2												
6×16×20	20	13	126	16	4,0	71		15	11		7			16	-0,020 -0,041		-0,110 -0,240						11	-0,043	2,0	8	0,3	3						
6×18×22	22			18	5,0	73	35							8		9		18											26	28	18	-0,052	2,0	8
6×21×25	25	16	137	21														23	26	28	15	3												
6×23×26	26	20	153	26	6,0	82	40	15	8	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	21	-0,052	2,0	8	0,3	4															
6×23×28	28			23																7,0	90		45	9	9	46	-0,030 -0,060	-0,140 -0,330	52					
6×26×30	30			26	7,0	85	45	15	9	3	32	-0,025 -0,050	-0,120 -0,280	18	-0,052	2,0	8	0,3	4															
6×26×32	32	20	153	28																82	40	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52						
6×28×32	32			28																7,0	90	45	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52						
6×28×34	34			28	7,0	85	45	15	9	3	32	-0,025 -0,050	-0,120 -0,280	18	-0,052	2,0	8	0,3	4															
8×32×36	36		154	32																6,0	85	45	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52						
8×32×38	38	24	159	36																7,0	90	45	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52						
8×36×40	40			36	7,0	90	45	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	21	-0,052	2,0	8	0,3	4															
8×36×42	42			36																7,0	90	45	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52						
8×42×46	46	28	174	42																8,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52					
8×42×48	48			42	9,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	21	-0,052	2,0	8	0,3	4															
8×46×50	50			46																9,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52					
8×46×54	54			46																10,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52					
8×52×58	58			52	10,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	21	-0,052	2,0	8	0,3	4															
8×52×60	60			52																10,0	98	50	15	9	3	42	-0,025 -0,050	-0,130 -0,290	52					

Окончание табл. 2.122

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
8×56×62	62	32	180	56	10,0	110	55	15	10	3	56	-0,030 -0,060	-0,140 -0,330	24	-0,052	2,5	10	0,5	4				
	65			62	62																		
	8×62×68			68	62	12,0					71	30	73	40	82	85	90	98	28	174	42	6,0	7,0
	8×62×72			72																			
10×16×20	20	13	126	16	2,5	71	30	15	11	2	16	-0,016 -0,034	-0,095 -0,205	8	-0,036	1,5	5	0,2	2				
10×18×23	23			18	3,0						23									26	28	32	36
10×21×26	26	16	137	21	4,0	82	40		15		7	9	21	-0,020 -0,041	-0,110 -0,240	11	-0,043	2,0	8	0,3	3		
10×23×29	29			23									26									28	32
10×26×32	32	20	153	26	5,0	90	50	15		8	3		26	-0,025 -0,050	-0,120 -0,280	15	-0,043	2,0	8	0,3	4		
10×28×35	35			28									32									36	42
10×32×40	40	24	154	32	6,0	98	50		15	9		3	32	-0,025 -0,050	-0,120 -0,280	18	-0,043	2,0	8	0,3	4		
10×36×45	45			36									42									46	
10×42×52	52	28	174	42	7,0	98	50	15		9	3		42	-0,025 -0,050	-0,120 -0,280	21	-0,043	2,0	8	0,3	4		
10×46×56	56			46									46										

* Предельное отклонение +0,1.

Таблица 2.123

Размеры калибров-пробок исполнения 1 и вставок к ним (для $z = 10$ при $D > 56$ мм; $z = 16$ и 20), мм

$z \times d \times D$	D_{κ}	D_1	L	d_{κ}	b_{κ}	L_1	l	d_1			d_2	d_3	d_4		
								НОМИН.	пред. откл. при центри- ровании по						
									d	$D; b$					
10×72×78	78	28	175	72	12	70	55	72	-0,030 -0,060	-0,150 -0,340	55	—	—		
10×72×82	82			82		75	58	82	-0,036 -0,071	-0,170 -0,390	68	52	10		
10×82×88	88			92	14							54			
10×82×92	92			102	16	80	63	102	-0,036 -0,071	-0,180 -0,400	82	58	15		
10×92×98	98			112	18	85	68	112			92	65	18		
10×92×102	102			52	5	65	50	52	-0,030 -0,060	-0,140 -0,330	42	—	—		
10×102×108	108			56		70	55	56			45				
10×102×112	112			62	6			62	-0,036 -0,071	-0,150 -0,340	55	—	—		
10×112×120	120			72	7			72			68	52			
10×112×125	125			82	6	75	58	82	-0,036 -0,071	-0,170 -0,390	75	54	10		
16×52×60	60			82	7	80	63	102			82	58	18		
16×56×65	65			92	8	85	68	112	-0,036 -0,071	-0,180 -0,400	92	65	20		
16×62×72	72			102	9	85	68	112			92	65	20		
16×72×82	82			112	9	85	68	112			92	65	20		
20×82×92	92			28	175	82	6	75	58	82	-0,036 -0,071	-0,170 -0,390	68	52	10
20×92×102	102					92	7	80	63	92	75	54	10		
20×102×115	115					102	8	80	63	102	82	58	18		
20×112×125	125					112	9	85	68	112	92	65	20		

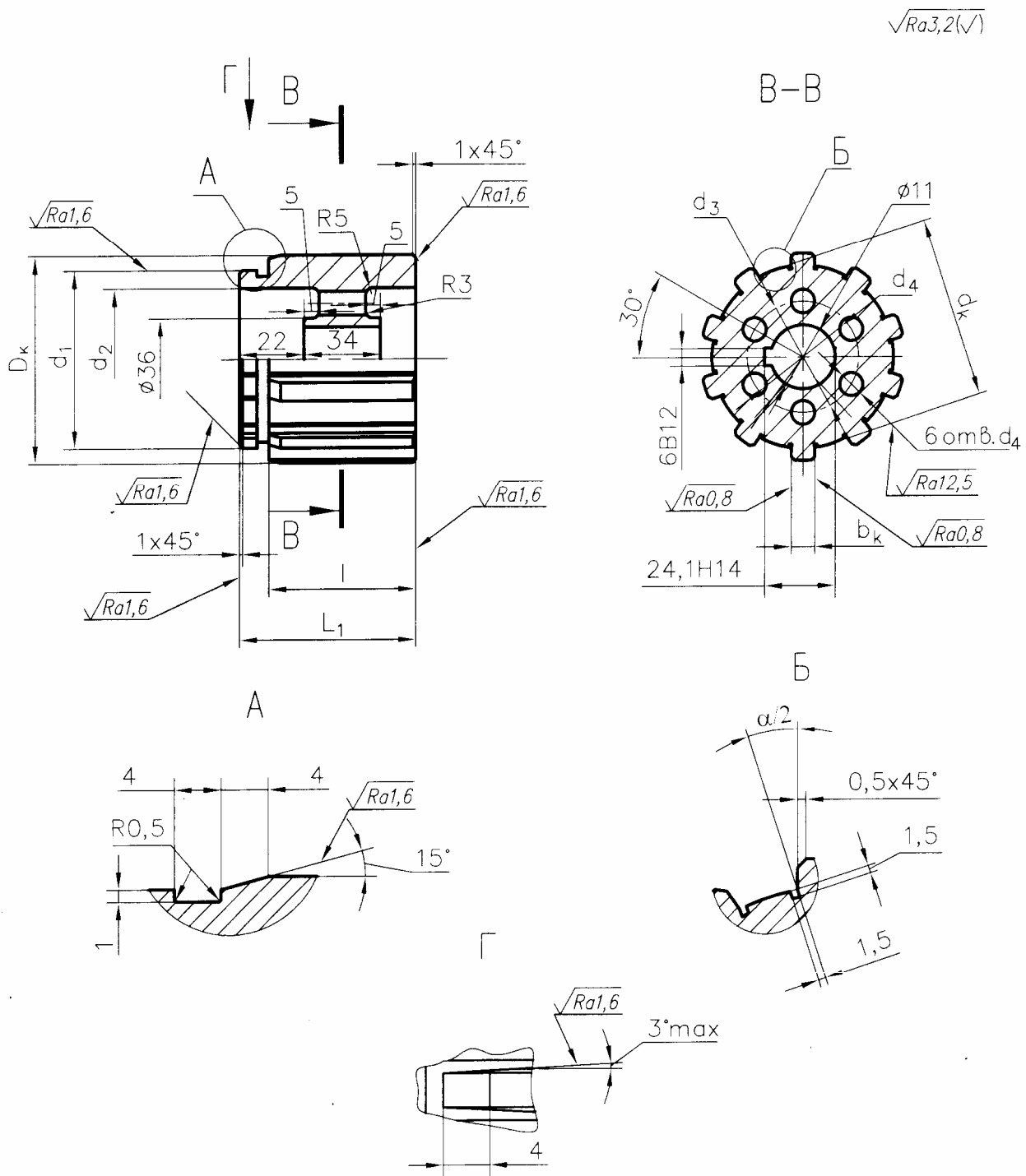


Рис. 2.93. Вставка калибра-пробки исполнения 1
(для $z = 10$ при $D > 56$ мм; $z = 16$ и 20)

Калибры-пробки исполнения 2

Конструкция и размеры калибров-пробок исполнения 2 и вставок к ним приведены на рис. 2.94 и 2.95 и в табл. 2.124.

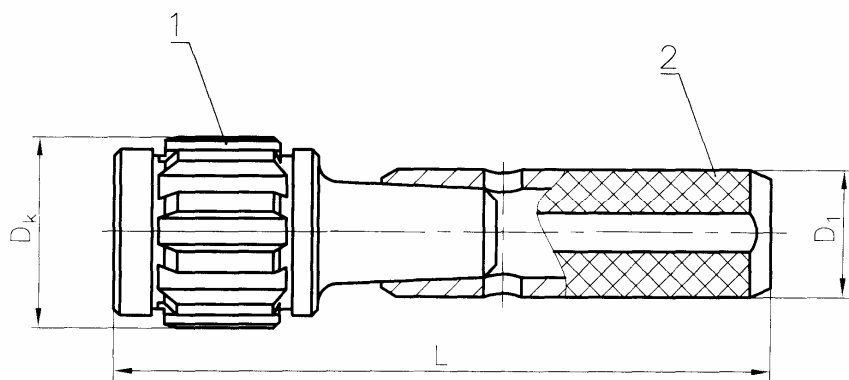


Рис. 2.94. Калибр-пробка исполнения 2:
1 – вставка; 2 – ручка

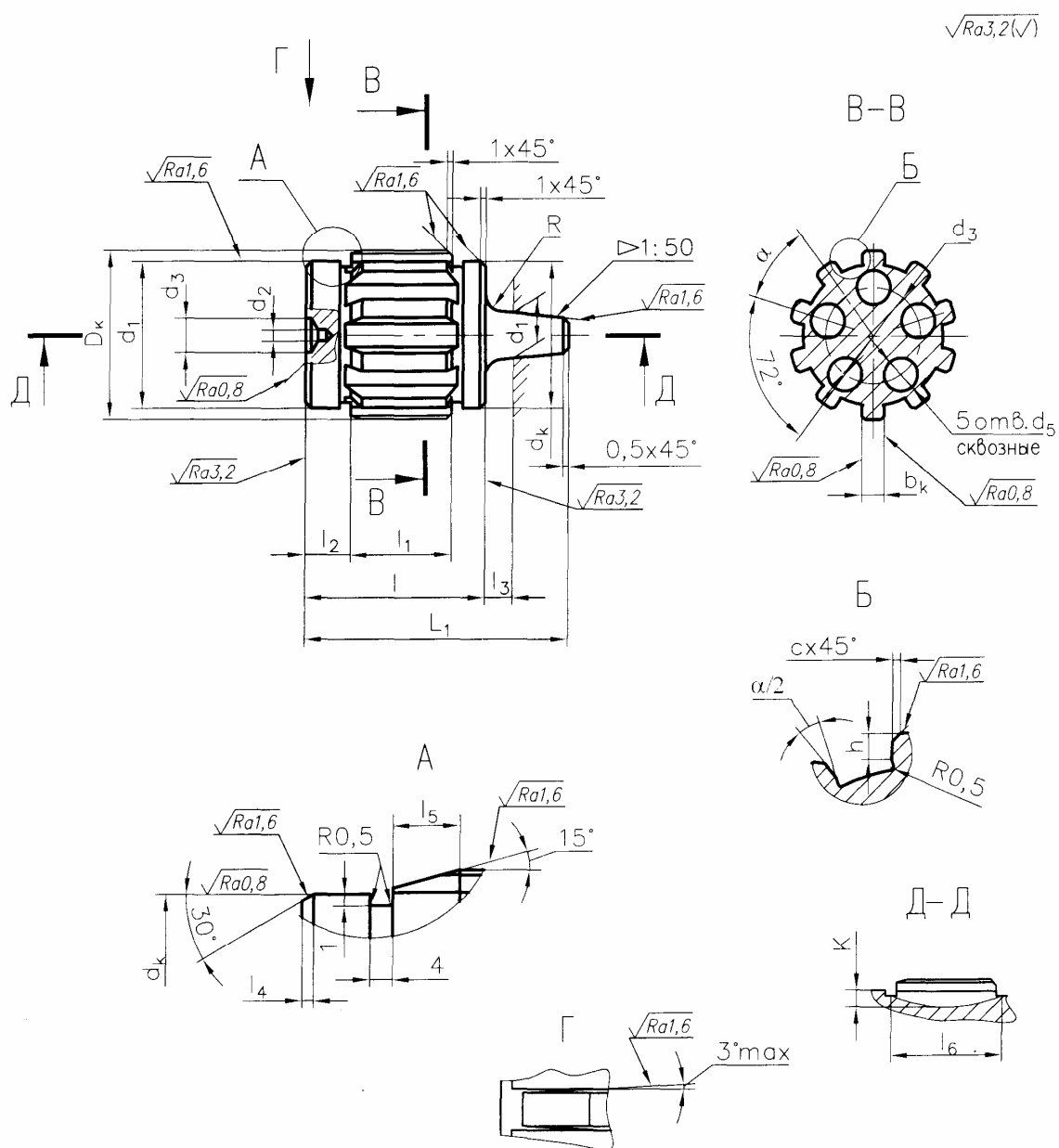


Рис. 2.95. Вставка калибра-пробки исполнения 2

Таблица 2.124

Размеры калибров-пробок исполнения 2 и вставок к ним, мм

$z \times d \times D$	D_K	D_1	L	d_K	b_K	L_1	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	d_1 но- мин.	d_1 пред. откл.	d_2	d_3	d_4	d_5	c^*	h^{**}	K	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6×11×14	14	10	106	11	3,0	60	36	16	10	10			19	6	-0,030	1,0	4			0,2	1,5	2	1
6×13×16	16		109	13	3,5	63	40	20		9			23							2,0		2	2
6×16×20	20	13	126	16	4,0	71	45	22	12	11			25	8	-0,036		5						
6×18×22	22			18	5,0								28	11		1,5	8						3
6×21×25	25	16	137	21		73	50	25	14	7	2,0	2					8						
6×23×26	26			23									31	15	-0,043					0,3	1,5		
6×23×28	28				6,0					8										2,5			
6×26×30	30			26		82	55	28					32	18		2,0				0,2	2,0		
6×26×32	32	20	153	28	7,0																3,0		
6×28×32													39								2,0		
6×28×34	34												32								3,0		
8×32×36	36		154	32	6,0	85															2,0		
8×32×38	38	24																			3,0		
8×36×40	40		159	36	7,0	90	60	35					39							0,3	2,0		
8×36×42	42																				3,0		
8×42×46	46			42	8,0				15	9			44	21			10				2,0		
8×42×48	48																				3,0		
8×46×50	50	28	174	46	9,0	98	65	40					44		-0,052						4,0		
8×46×54	54			52	10,0																3,0		
8×52×58	58												46								4,0		
8×52×60	60												46								3,0		
8×56×62	62			56	10,0					10			46	24		2,5					4,5		
8×56×65	65	32	180			110	70	42													3,0		
8×62×68	68			62	12,0																5,0		
8×62×72	72																						

Окончание табл. 1.124

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10×16×20	20	13	126	16	2,5	71	45	22	12	11			25	8	-0,036	1,5	5			0,2	2,0	2	2
10×18×23	23		18	18	3,0																2,5		
10×21×26	26	16	137	21		73	50	25	14	7	2,0	2	28	11									
10×23×29	29			23																			
10×26×32	32	20	153	26	4,0	82	55	28		8			31	15	-0,043		8			0,3	3,0		3
10×28×35	35			28									39	18		2,0					3,5		
10×32×40	40	24	154	32	5,0	90	60	35	15	9	2,5	3									4,0		
10×36×45	45		159	36																	4,5		
10×42×52	52	28	174	42	6,0	98	65							21							5,0		
10×46×56	56			46	7,0																		
10×72×78	78		180	72		110	70	40					44	24		2,5	10	45	18		3,0		
10×72×82	82				12,0																5,0		
10×82×88	88	32		82														50	20		3,0		
10×82×92	92		185			115	75														5,0		
10×92×98	98			92	14,0				20	10	3,0	4									3,0		
10×92×102	102																						
10×102×108	108		200	102	16,0	127	80	45					49	28	-0,052	3,0	12	60	28	0,5	3,0		4
10×102×112	112																				5,0		
10×112×120	120		205	112	18,0	132	85	50					54				14	65	32		4,0		
10×112×125	125																				6,5		
16×52×60	60	28	174	52	5,0	98	65	40	15	9	2,5	3	44	21		2,0	8				4,0		
16×56×65	65			56																	4,5		
16×62×72	72		180	62	6,0	110	70	42		10			46	24		2,5	10				5,0		
16×72×82	82			72	7,0				20		3,0	4	44					45	18				
20×82×92	92		185	82	6,0	115	75						44	24			12	50	20		5,5		
20×92×102	102			92	7,0													55	25				
20×102×115	115	36	200	102	8,0	132	85	45	20	10	3,0	4	49	28		3,0	14	65	32		6,5		
20×112×125	125		205	112	9,0			50					54										

* Предельное отклонение +0,1.

** Предельное отклонение -0,2.

Калибры-пробки исполнения 3

Конструкция и размеры калибров-пробок исполнения 3 и вставок к ним приведены на рис. 2.96 и 2.97 и в табл. 2.125.

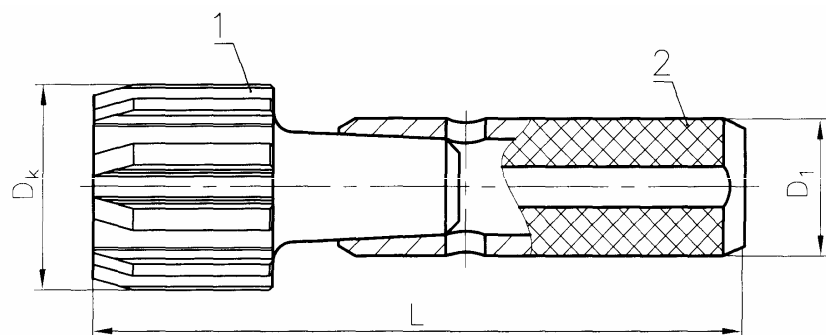


Рис. 2.96. Калибр-пробка исполнения 3:

1 – вставка; 2 – ручка

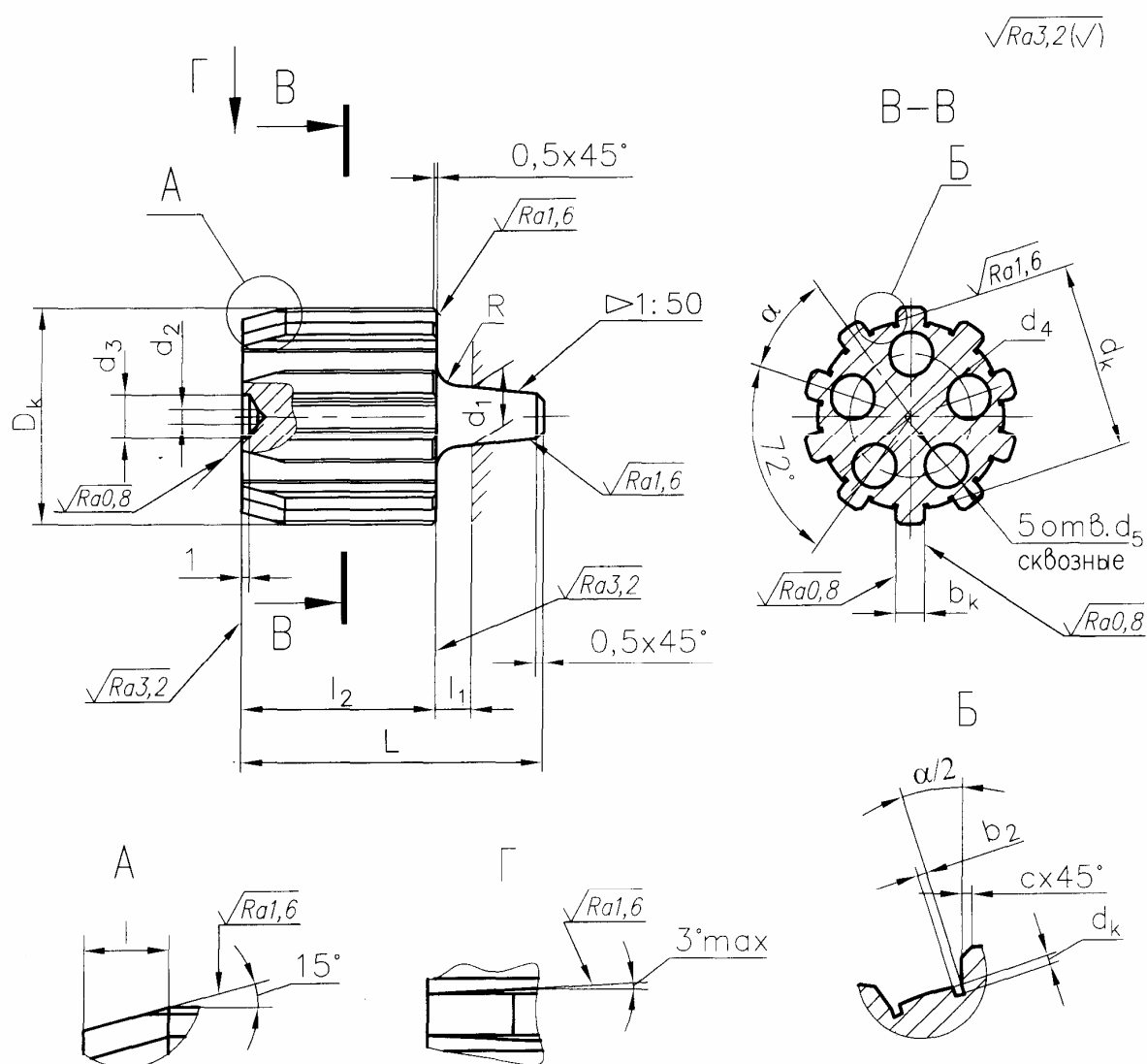


Рис. 2.97. Вставка калибра-пробки исполнения 3

Таблица 2.125

Размеры калибров-пробок исполнения 3 и вставок к ним, мм

$z \times d \times D$	D_K	D_1	L	d_K	b_K	L_1	l	l_1	l_2	d_1		d_2	d_3	d_4	d_5	b_1	b_2	c^*	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6×11×14	14	10	106	11	3,0	60	6	10	36	6	−0,030	1,0	4	0,2	0,5	1,0	0,5	0,2	1
6×13×16	16		109	13	3,5	63		9	40										
6×16×20	20	13	126	16	4,0	71		11	45	8	−0,036	1,5	5						2
6×18×22	22			18	5,0		6	7	50	11	−0,043	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	3
6×21×25	25	16	137	21		73													
6×23×26	26			23	6,0														
6×23×28	28			23			6	8	55	15	−0,043	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	3
6×26×30	30	20	153	26	7,0	82													
6×26×32	32			28															
6×28×32				28			8	9	60	18	−0,052	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	4
6×28×34	34																		
8×32×36	36	24	154	32	6,0	85													
8×32×38	38						8	9	65	21	−0,052	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	4
8×36×40	40		159	36	7,0	90													
8×36×42	42																		
8×42×46	46			42	8,0		12	9	65	21	−0,052	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	4
8×42×48	48																		
8×46×50	50	28	174	46	9,0	98													
8×46×54	54						12	9	65	21	−0,052	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	4
8×52×58	58			52	10														
8×52×60	60																		
8×56×62	62	32	180	56		110	12	10	70	24	−0,052	2,0	8	−	−	1,3	0,8	0,3	4
8×56×65	65			62	12														
8×62×68	68																		
8×62×72	72																		

Окончание табл. 2.125

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10×16×20	20	13	126	16	2,5	71		11	45	8	-0,036	1,5	5					0,2	2
10×18×23	23			18	3,0														
10×21×26	26	16	137	21		73	6	7	50	11									3
10×23×29	29			23															
10×26×32	32	20	153	26	4,0	82		8	55	15	-0,043	2,0	8	-	-			0,3	
10×28×35	35			28															
10×32×40	40	24	154	32		90	8		60	18									
10×36×45	45		159	36	5,0			9	65										
10×42×52	52	28	174	42	6,0	98	12			21									
10×46×56	56			46	7,0														
10×72×78	78		180	72		110			70			2,5	10	45	18				
10×72×82	82				12,0					24				50	20				
10×82×88	88	32	185	82		115	15	10	75				12	55	25				
10×82×92	92													60	28				
10×92×98	98			92	14,0	132			85	28	-0,052	3,0	14	65	32			0,5	4
10×92×102	102																		
10×102×108	108		200	102	16,0	127			80										
10×102×112	112	36																	
10×112×120	120		205	112	18,0	132													
10×112×125	125																		
16×52×60	60	28	174	52	5,0	98	12	9	65	21		2,0	8	-	-				
16×56×65	65			56															
16×62×72	72		180	62	6,0	110			70	24		2,5	10	45	18				
16×72×82	82			72	7,0		15	10	75					50	20				
20×82×92	92		185	82	6,0	115								55	25				
20×92×102	102			92	7,0				80					60	28				
20×102×115	115	36	200	102	8,0	132			85	28		3,0	14	65	32				
20×112×125	125		205	112	9,0														

* Предельное отклонение +0,1.

Калибры-кольца

Конструкция и размеры калибров-колец приведены на рис. 2.98 (для $z = 6$; $z = 8$; $z = 10$ при $D \leq 56$; $z = 16$; $z = 20$), рис. 2.99 (для $z = 10$ при $D \geq 78$) и в табл. 2.126.

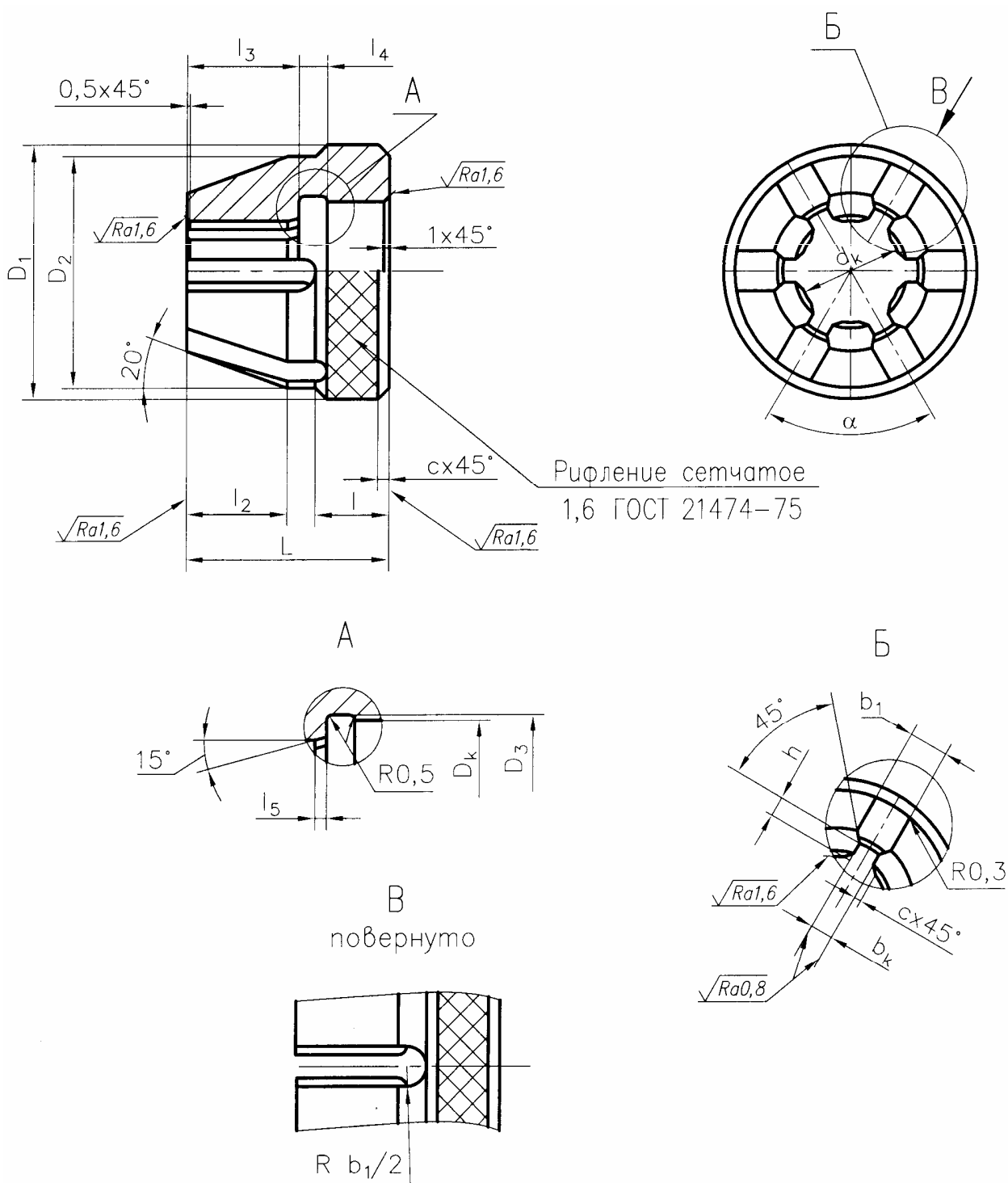


Рис. 2.98. Калибр-кольцо (для $z = 6$; $z = 8$; $z = 10$ при $D \leq 56$; $z = 16$; $z = 20$)

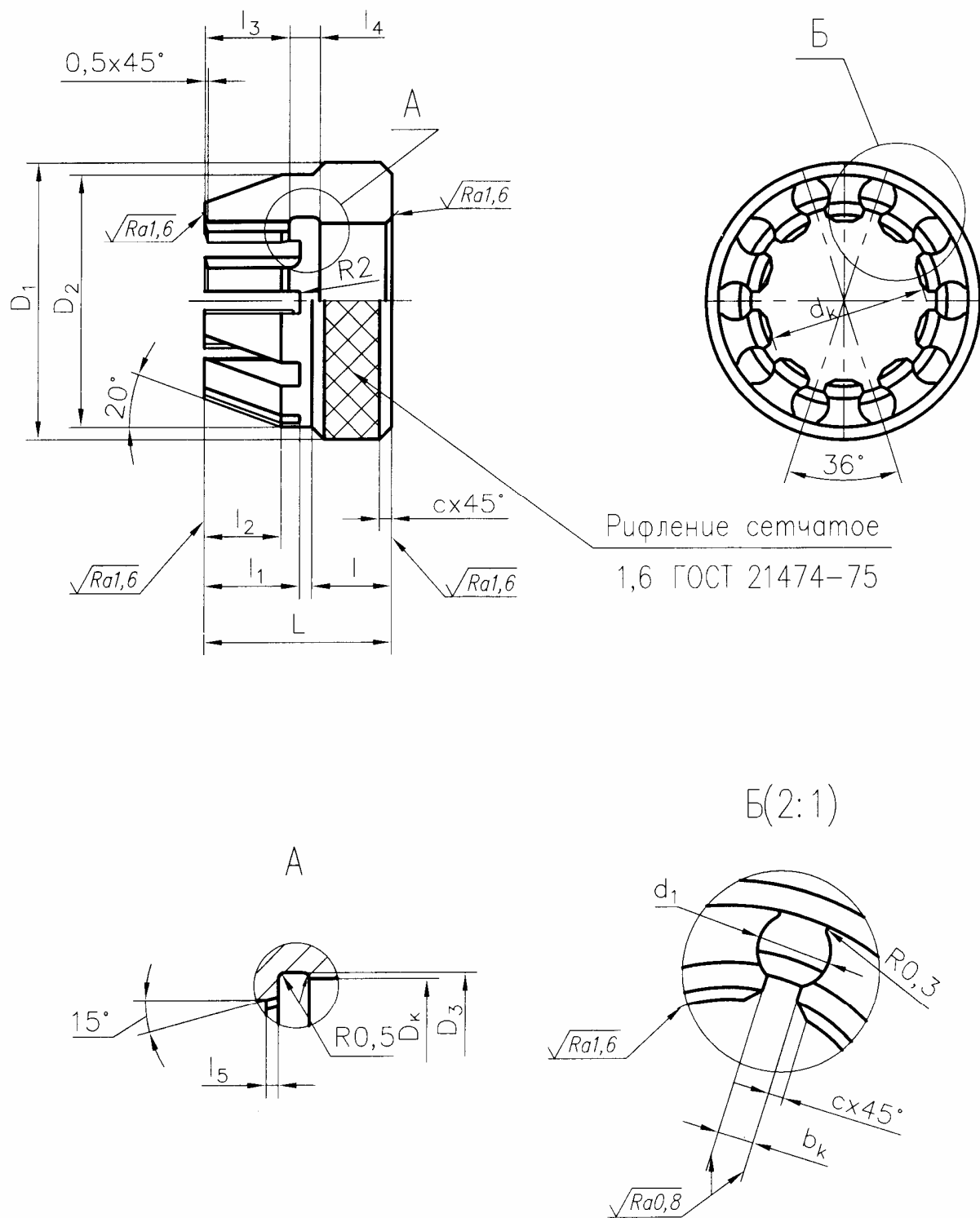


Рис. 2.99. Калибр-кольцо (для $z = 10$ при $D \geq 78$)

Таблица 2.126

Размеры калибров-колец, мм

$z \times d \times D$	d_K	D_K	b_K	b_1	D_1	D_2	D_3	d_1	L	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	h^*	c^{**}	c_1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6×11×14	11	14	3,0	5	32	28	16	—	25	8	—	8	13	5	1,5	2,0	0,2	2,0
6×13×16	13	16	3,5	5,5			22		18	30		11	12	15	5	1,5		
6×16×20	16	20	4,0	6	24	25	35		13	15		17	5	1,5				
6×18×22	18	22	5,0	7	48	44	32		16	19		20			5	1,5		
6×21×25	21	25	6,0	8	58	54	34		16	19		22	8	2,5			2,5	
6×23×26	23	26			30	36	45								18	20	24	
6×23×28	26	28			32	39			50	20		23	26	28				
6×26×30		32		41	55	26	29											
6×26×32	28	34		43					60	27								
6×28×32		36	45	65	28													
6×28×34	32	38	49			70	30											
8×32×36		36	42	51	75				32									
8×32×38	36		44	53		80	34											
8×36×40		42	46	57	85				36									
8×36×42	42		48	61		90	38											
8×42×46		46	50	66	95				40									
8×42×48	46		54	71		100	42											
8×46×50		52	58	76	105				44									
8×46×54	56		60	81		110	46											
8×52×58		62	62	86	115				48									
8×52×60	62		65	91		120	50											
8×56×62		62	68	96	125				52									
8×56×65	62		71	100		130	54											
8×62×68		62	72	105	135				56									
8×62×72	62		75	110		140	58											

Окончание табл. 2.126

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																																													
10×16×20	16	20	2,5	4,5	42	38	22	–	30	11	–	12	15	5	1,5	2,5	0,2	2,0																																													
10×18×23	18	23	3,0	5			25		35	13		15	17			3,5																																															
10×21×26	21	26	4,0	6			28		31	40		16	20			4,0																																															
10×23×29	23	29			34	37	45	18	19	8	4,5																																																				
10×26×32	26	32			42	47	50	20	20		5,0																																																				
10×28×35	28	35	5,0	7	70	66	55	–	55		23	–	24	25	6	3,0	5,5	0,5	3,0																																												
10×32×40	32	40			80	76	65		28	30	35		3,5																																																		
10×36×45	36	45			85	81	75		33	34	37		5,5																																																		
10×42×52	42	52	115	110	16	28	35	30	35	3,5																																																					
10×46×56	46	56									125	120	70	31	38		30			35																																											
10×72×78	72	78									135	130	75	33	40		34			37																																											
10×72×82	82	82	12,0	–	140	135	101	18	80	36	43	36	40	6	3,0		3,5			0,5	3,0																																										
10×82×88		88					105										5,5																																														
10×82×92		92					111										3,5																																														
10×92×98	92	98	14,0	–	150	145	20	85	39	45	38	40	6	3,0			3,5					0,5	3,0																																								
10×92×102	102	102															160							165	170	123	128	22	27	8																																	
10×102×108	102	108															16,0							155	160	165	128	22	26	28	30	35	6	3,0	4,5	0,5	3,0																										
10×102×112	112	112	112	112	70	75	80	85	5,5																																																						
10×112×120	112	120	18,0	160	165	170	128	22	26	28	30	35	6																						3,0			7,0	0,5	3,0																							
10×112×125	125	125														160	165	170	128					22	26	28	30	35	6	3,0	7,0	0,5	3,0																														
16×52×60	52	60														5,0	7	95	91					63	–	60	26	–	26		27							8			3,0	0,5	3,0																				
16×56×65	56	65	6,0	8	115	110	75	–	65	28	30	35	6																															3,0	0,5	3,0																	
16×62×72	62	72																																													7,0	9	125	120	85	–	70	31	34	37	6	3,0	0,5	3,0			
16×72×82	72	82														6,0	8	135	130					95	–	75	33	36	40		6							3,0																							0,5	3,0	
20×82×92	82	92	7,0	9	150	145	105	–	80	36	38	40	6																																																		3,0
20×92×102	92	102													8,0					10	160																										155	108	–	85	39	38	40	6	3,0	0,5	3,0						
20×102×115	102	115														9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6																																
20×112×125	112	125	9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		
														9,0	11					170	165	128	–																								85	39	38	40	6	3,0	0,5	3,0									
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6																																
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																					3,0		0,5	3,0																										
														9,0	11					170	165	128	–																								85	39	38	40	6												
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6				3,0				0,5	3,0																							
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																	3,0		0,5	3,0																														
														9,0	11					170	165	128	–																		85	39	38				40	6	3,0	0,5	3,0												
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6													3,0	0,5	3,0																	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																													3,0	0,5	3,0			
														9,0	11					170	165	128	–															85			39	38	40				6	3,0													0,5	3,0	
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6																																3,0
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																										3,0	0,5	3,0						
														9,0	11					170	165	128	–															85			39	38	40				6																
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6																																
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																							3,0	0,5	3,0									
														9,0	11					170	165	128	–															85			39	38	40				6																
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40		6			3,0		0,5	3,0																										
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		
														9,0	11					170	165	128	–												85			39	38	40	6	3,0	0,5				3,0																
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6	3,0	0,5	3,0																														
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																				3,0	0,5	3,0												
														9,0	11					170	165	128	–												85			39	38	40	6			3,0	0,5	3,0																	
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																												3,0	0,5	3,0			
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																			3,0													0,5	3,0	
														9,0	11					170	165	128	–												85			39	38	40	6																						3,0
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																									3,0	0,5	3,0						
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		
														9,0	11					170	165	128	–												85			39	38	40	6																						
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																						3,0	0,5	3,0									
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		
														9,0	11					170	165	128	–											85	39	38	40	6	3,0	0,5	3,0																						
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																																	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																													3,0	0,5				3,0																
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6	3,0	0,5	3,0																									
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																			3,0	0,5	3,0												
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																															3,0	0,5	3,0																	
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6																							3,0	0,5	3,0			
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																		3,0													0,5	3,0	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		3,0
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6																				3,0	0,5	3,0						
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																																	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																																		
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6																	3,0	0,5	3,0									
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6																																	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																										3,0	0,5	3,0																						
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6																												
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6												3,0	0,5				3,0																
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																							3,0	0,5	3,0																									
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6														3,0	0,5	3,0												
																9,0	11	170	165					128	–	85	39	38	40	6														3,0	0,5	3,0																	
			9,0	11	170	165	128	–	85	39	38	40	6																																													3,0	0,5	3,0			
														9,0	11					170	165	128	–								85	39	38	40	6													3,0															

* Предельное отклонение –0,2.

** Предельное отклонение +0,1.

2.6.2. Средства контроля шлицевых эвольвентных соединений

Контроль деталей эвольвентных шлицевых соединений аналогичен контролю деталей прямобоочных шлицевых соединений. Для контроля предусмотрены комплексные проходные и поэлементные непроходные шлицевые калибры.

Для контроля годности эвольвентного шлицевого соединения по ГОСТ 24969–81 применяют комплекты калибров.

Комплект калибров для контроля шлицевой эвольвентной втулки:

1) *комплексный калибр-пробка проходной* – для одновременного контроля наименьших размеров элементов втулки, погрешностей формы и расположения их поверхностей (должен входить во втулку на всю длину шлицевого отверстия под действием собственного веса);

2) *поэлементный калибр-пробка непроходной* – для контроля элементов втулки по наибольшим предельным размерам (не должен входить во втулку ни в одном из трех положений);

3) *калибр-пробка гладкий неполный проходной* – для контроля наружного диаметра впадин втулки D_f по его наименьшему предельному размеру (должен входить во втулку в любом положении под действием собственного веса);

4) *калибр-пробка гладкий неполный непроходной* – для контроля наружного диаметра впадин втулки D_f по его наименьшему предельному размеру (не должен входить в контролируемую втулку).

Гладкие калибры-пробки ПР и НЕ применяют при центрировании шлицевой втулки по наружному диаметру.

Комплект калибров для контроля шлицевого эвольвентного вала:

1) *комплексный калибр-кольцо проходной* – для одновременного контроля наибольших предельных размеров элементов вала, погрешности формы и расположения его поверхностей (должен проходить по всей длине шлицевого вала под действием собственного веса);

2) *поэлементный калибр-кольцо непроходной* – для контроля наименьших предельных размеров элементов вала (не должен проходить по валу ни в одном из трех положений);

3) *калибр-скоба (кольцо) гладкий проходной* – для контроля наибольшего предельного размера наружного диаметра вала d_a (должен проходить по размеру d_a под действием собственного веса);

4) *калибр-скоба (кольцо) гладкий непроходной* – для контроля наименьшего предельного размера наружного диаметра вала d_a (не должен проходить по размеру d_a ни в одном положении) [6].

Гладкие калибры-скобы ПР и НЕ применяют при центрировании шлицевой втулки по наружному диаметру.

Технические требования и маркировка шлицевых калибров соответствуют ГОСТ 24959–81 и аналогичны требованиям к калибрам для контроля шлицевых прямобочных соединений (см. п. 2.6.1).

Стандартные буквенные обозначения параметров шлицевого эвольвентного соединения:

b_1 – ширина венца калибра-пробки;
 b_2 – ширина венца калибра-кольца;
 D – номинальный диаметр соединения;
 D_a – диаметр окружности вершин зубьев втулки;
 D_f – диаметр окружности впадин втулки и калибра-кольца;
 D_l – диаметр окружности граничных точек зуба втулки, калибра-кольца и вершин зубьев калибра-пробки;
 D_M – диаметр измерительного шарика или измерительного ролика;
 D_1 – диаметр контрольного буртика калибра-кольца;
 d – диаметр делительной окружности;
 d_a – диаметр окружности впадин вала и калибра-пробки;
 d_f – диаметр окружности граничных точек зуба вала, калибра-пробки и вершин зубьев калибра-кольца;
 d_1 – диаметр контрольного буртика калибра-пробки;
 EI – нижнее отклонение ширины впадины втулки;
 EI_e – нижнее отклонение ширины впадины втулки при поэлементном контроле;
 ES – верхнее отклонение ширины впадины втулки;
 e – номинальная ширина впадины втулки;
 e' – ширина впадины калибра-кольца;
 ei – нижнее отклонение толщины зуба вала;
 es – верхнее отклонение толщины зуба вала;
 es_e – верхнее отклонение толщины зуба вала при поэлементном контроле;
 F_f – допуск на погрешность профиля зуба калибра;
 F_P – допуск на накопленную погрешность шага калибра;
 F_r – допуск на радиальное биение калибра;
 F_β – допуск направления зуба изделия;
 f_{Pt} – предельное отклонение шага калибра;
 f_β – допуск направления зуба калибра;
 $\text{Inv } \alpha$ – эвольвентная функция угла α ;
 M_a – номинальный размер по роликам;
 M_l – номинальный размер между роликами;
 m – модуль;
 P – делительный окружной шаг зубьев;
 s – номинальная толщина зуба вала;
 s' – толщина зуба калибра-пробки;
 s'' – толщина зуба контрольного калибра-пробки;

T – суммарный допуск втулки, вала;

T_e – поэлементный допуск втулки, вала при поэлементном контроле;

T' – допуск износа калибра;

T'_e – поэлементный допуск изготовления калибра;

T''_e – поэлементный допуск изготовления контрольного калибра;

z – число зубьев;

α – угол профиля зуба;

α_M – начальный угол профиля зуба в точке соприкосновения с измерительными роликами;

η – половина угловой ширины впадины.

Допуски шлицевых эвольвентных калибров устанавливает ГОСТ 24969–81.

Шлицевые эвольвентные калибры изготавливают трех степеней точности: 2-й – для контрольных калибров; 3-й и 4-й – для рабочих калибров. Калибры 3-й степени точности предназначены для контроля шлицевых валов и втулок 6-й степени точности и более грубых, а калибры 4-й степени точности – для контроля шлицевых деталей 8-й степени точности и более грубых.

Значения допусков и предельных отклонений шлицевых эвольвентных калибров приведены в табл. 2.127.

Значения допусков направления зуба f_β шлицевых эвольвентных калибров приведены в табл. 2.128.

Таблица 2.127

Допуски и предельные отклонения шлицевых эвольвентных калибров

Степень точности	Модуль, мм	Обозначение размеров и допусков	Допуски и предельные отклонения, мкм, при номинальном диаметре, мм						
			До 12	Св. 12 до 25	Св. 25 до 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 400	Св. 400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	От 0,5 до 1,5	T'	5,0	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0
		T''_e, F_r, F_P	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
		f_{Pt}	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$
		F_f	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
	От 2 до 4	T'	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
		T''_e, F_r, F_P	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		f_{Pt}	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
		F_f	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0
	От 5 до 10	T'	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
		T''_e, F_r, F_P	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
		f_{Pt}	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$
		F_f	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

Окончание табл. 2.127

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	От 0,5 до 1,5	T'	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
		T'' _e , F _r , F _p	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0
		f _{pt}	±2,0	±2,0	±2,5	±2,5	±3,0	±3,0	±3,5
		F _f	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	От 2 до 4	T'	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	14,0
		T'' _e , F _r , F _p	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0
		f _{pt}	±2,0	±2,5	±2,5	±3,0	±3,0	±3,5	±4,0
	От 5 до 10	F _f	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
		T'	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0
		T'' _e , F _r , F _p	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
4	От 0,5 до 1,5	f _{pt}	±2,5	±2,5	±3,0	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5
		F _f	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	От 2 до 4	T'	9,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0
		T'' _e , F _r , F _p	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
		f _{pt}	±2,5	±3,0	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0
	От 5 до 10	F _f	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0
		T'	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
		T'' _e , F _r , F _p	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
	От 5 до 10	f _{pt}	±3,0	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0	±5,5
		F _f	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0
		T'	11,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0
	От 5 до 10	T'' _e , F _r , F _p	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	14,0
		f _{pt}	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0	±5,5	±6,0
		F _f	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0	8,0

Таблица 2.128

Допуски направления зуба f_β шлицевых эвольвентных калибров

Степень точности	Допуск направления зуба f _β , мкм, при ширине венца, мм		
	До 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 50
2	1,5	2	3
3	2,0	3	4
4	3,0	4	5

**Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений
(ГОСТ 24969–81)**

Комплексные калибры (пробки и кольца) предназначены для контроля наибольших предельных размеров, а также отклонений формы и расположения элементов профиля шлицевых валов и втулок с эвольвентным профилем зубьев по ГОСТ 6033–80.

Калибры для шлицевых валов

Конструкция и размеры калибров-колец приведены на рис. 2.100 и 2.101 и в табл. 2.129.

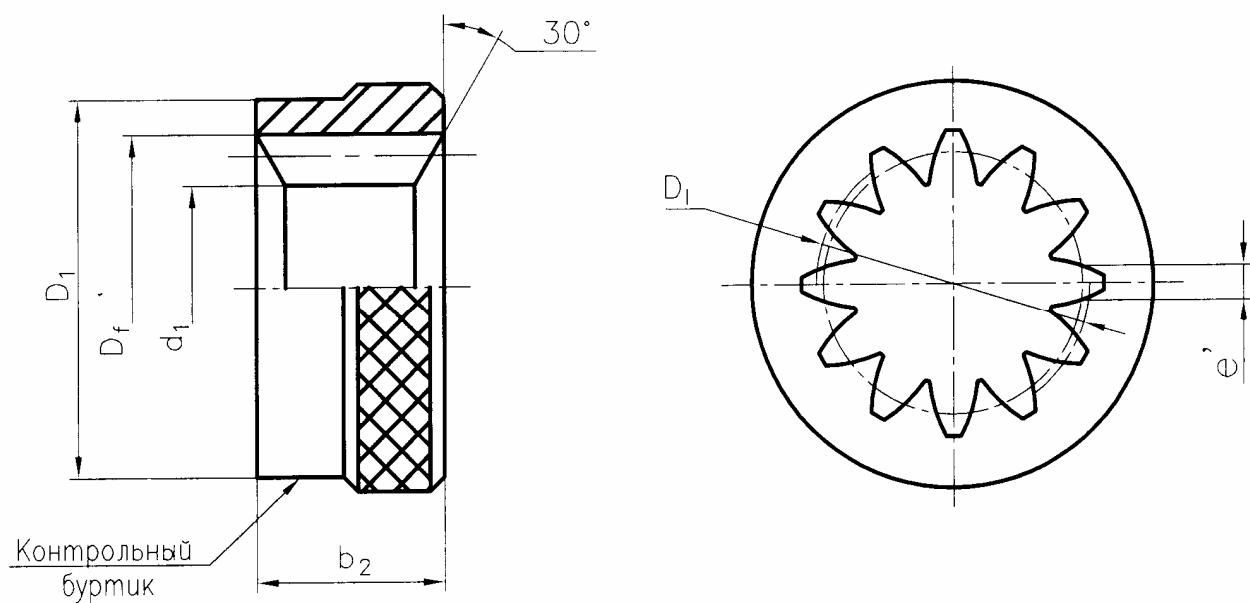


Рис. 2.100. Калибр-кольцо шлицевый комплексный

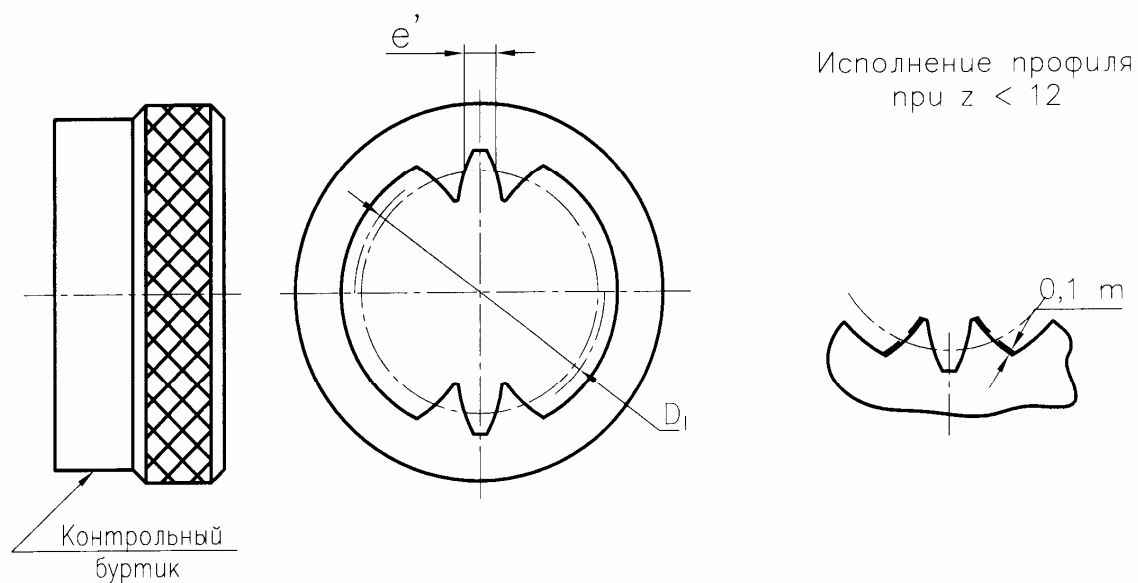


Рис. 2.101. Калибр-кольцо непроходной поэлементный

Калибры для шлицевых втулок

Конструкция и размеры калибров-пробок приведены на рис. 2.102 и 2.103 и в табл. 2.129.

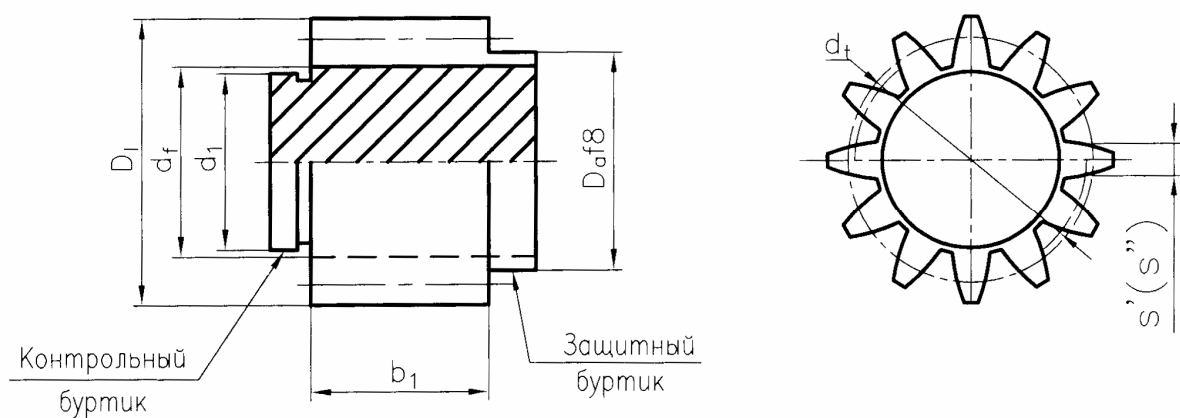


Рис. 2.102. Калибр-пробка шлицевый комплексный

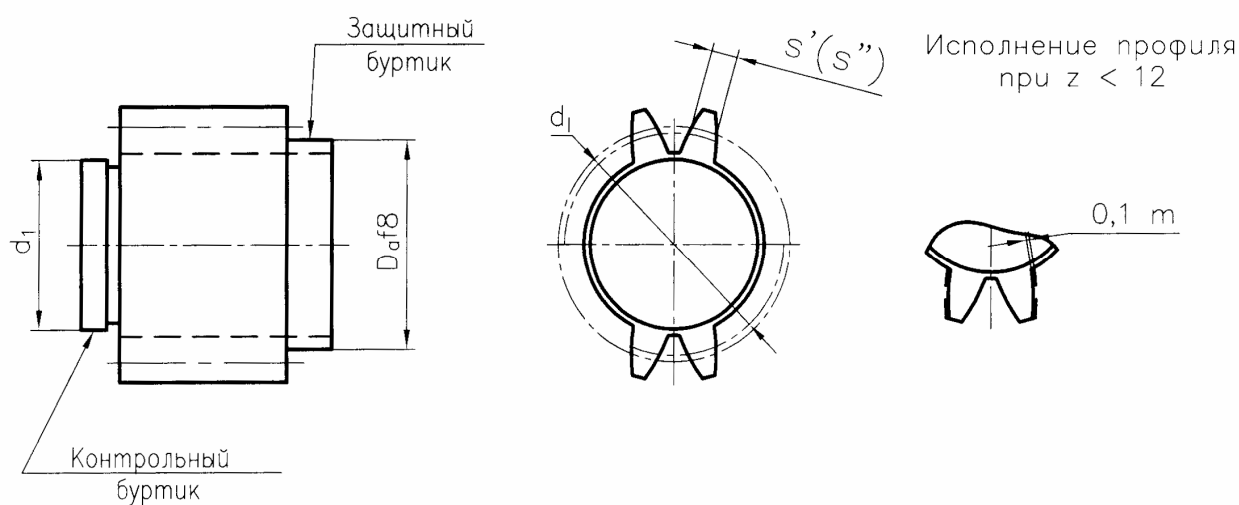


Рис. 2.103. Калибр-пробка непроходной поэлементный

Таблица 2.129

Размеры калибров-пробок и калибров-колец, мм

Номинальный диаметр D	Калибр-пробка			Калибр-кольцо		
	Комплекс- ный	Поэле- ментный	d_1	Ком- плексный	Поэле- ментный	D_1
1	2	3	4	5	6	7
До 8	6	4	$d_f - 0,2$	10	8	42
Св. 8 до 12	8	6		16	11	50
Св. 12 до 18	12	8		22	14	60
Св. 18 до 28	16	10		25	16	68
Св. 28 до 38	22	12				82
Св. 38 до 50	28	14				

Окончание табл. 2.129

1	2	3	4	5	6	7
Св. 50 до 60	30	15	$d_f - 1,5$	30	20	96
Св. 60 до 70						108
Св. 70 до 80	40	20	$d_f - 2,0$	35	23	121
Св. 80 до 90						136
Св. 90 до 100				146		
Св. 100 до 120				40	25	166
Св. 120 до 140	45	186				
Св. 140 до 160	50	25	$d_f - 4,0$	50	30	206
Св. 160 до 180						226
Св. 180 до 200						246
Св. 200 до 220						276
Св. 220 до 240	По выбору изготови- теля или по согла- шению сторон	По выбо- ру изго- товителя или по соглаше- нию сто- рон	$d_f - 4,0$	По выбору изготови- теля или по согла- шению сторон	По выбо- ру изго- товителя или по со- глашению сторон	296
Св. 240 до 260						316
280						336
300						356
320						376
340						396
360						416
380						436
400						456
420						476
440						496
450						506
460						516
480						536
500	556					

2.7. Средства контроля параметров цилиндрических зубчатых колес

По эксплуатационному назначению все зубчатые передачи можно разделить на четыре основные группы: отсчетные, скоростные, силовые и общего назначения [6].

К *отсчетным* относятся зубчатые передачи измерительных приборов, делительных механизмов металлорежущих станков и делительных машин, счетно-решающих механизмов и т. п. В большинстве случаев колеса этих передач имеют малый модуль и работают при малых нагрузках и скоростях. Основным эксплуатационным показателем делительных и других отсчетных передач является высокая кинематическая точность, т. е. точная согласованность углов поворота ведущего и ведомого колес передачи. Для реверсивных отсчетных передач существенное значение имеют величина бокового зазора в передаче и колебание этой величины.

Скоростными являются зубчатые передачи турбинных редукторов, двигателей турбовинтовых самолетов и др. Окружные скорости зубчатых колес таких передач могут достигать 60 м/с при сравнительно большой передаваемой мощности (до 40 000 кВт). Их основной эксплуатационный показатель – плавность работы, т. е. отсутствие циклических погрешностей, многократно повторяющихся за оборот колеса. С увеличением скорости вращения требования к плавности работы повышаются. Передача должна работать бесшумно и без вибраций, что может быть достигнуто при минимальных погрешностях формы и взаимного расположения зубьев.

К *силовым* относят зубчатые передачи, передающие значительные крутящие моменты и работающие при малых числах оборотов (зубчатые передачи шестеренных клетей прокатных станов, подъемно-транспортных механизмов). Колеса для таких передач изготавливают с большим модулем. Основное точностное требование к ним – обеспечение более полного использования активных боковых поверхностей зубьев, т. е. получение наибольшей полноты контакта зубьев.

К передачам *общего назначения* не предъявляются повышенные требования по точности отдельных показателей.

По трем нормам точности: кинематической, плавности работы, контакта зубьев, – допуски на параметры зубчатых колес устанавливаются в зависимости от степени точности. Стандартами установлено 12 степеней точности зубчатых колес, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, ..., 12. Для 1-й, 2-й степеней точности допуски и предельные отклонения не даны. Эти степени предусмотрены для будущего развития. Терминология, а также общие понятия, относящиеся к погрешностям и допускам цилиндрических зубчатых передач, обозначены в ГОСТ 1643–81 – для колес с модулем большим или равным 1 мм и ГОСТ 9178–81 – с модулями меньше 1 мм.

Точность производимых зубчатых колес обеспечивается проведением *технологического* (операционного) и *приемочного контроля* [15]. Технологический контроль используют при наладке технологических операций и для выявления причин брака. При приемочном контроле проверяют соответствие зубчатого колеса предъявляемым требованиям, зависящим от назначения передачи.

Часто в качестве операционного контроля применяют *активный контроль*, результаты которого используют для управления ходом технологического процесса обработки: его подналадки, переключения режимов обработки или прекращения процесса при достижении заданного размера. Существует ряд приборов, которые являются подналадчиками к станкам, так, например, прибор БВ-5014 предназначен для контроля осевого шага колес на зубошвинговальной станке и для подналадки технологического процесса.

Контроль точности зубчатых колес подразделяют на *комплексный* и *поэлементный*. Комплексные показатели точности относятся к зубчатой передаче и проверяются в зацеплении контролируемого колеса с измерительным колесом. Поэлементный контроль производится для одного зубчатого колеса.

Выбор показателей для контроля зубчатых колес зависит от условий производства, степени точности колес, их назначения, объема выпуска и др. Однако наиболее полную информацию о годности колеса по каждой из трех норм точности, а также по виду сопряжения дают комплексные показатели.

Приборы для контроля зубчатых колес подразделяют на группы в зависимости от контролируемых показателей точности:

- приборы для контроля кинематической погрешности;
- приборы для контроля радиального биения;
- приборы для контроля погрешности шага и т. д. (всего 14 групп).

По конструкции все приборы разделяют на станковые (*S*) и накладные (*M*).

По параметрам контролируемых зубчатых колес (диаметрам и модулям) приборы подразделяют на типоразмеры:

- S01, S02 ..., M01, M02, ... – для колес с модулем < 1 мм;
- S1, S2 ..., M1, M2, ... – для колес с модулем ≥ 1 мм [2].

По точности приборы подразделяют на классы точности: А, АВ, В. Приборы класса точности А можно применять для контроля зубчатых колес начиная с 3-й степени точности, классов АВ и В – начиная с 5-й и 7-й степеней точности соответственно.

Типы, основные параметры и нормы точности приборов для контроля цилиндрических зубчатых колес приведены в ГОСТ 5368–81.

Номенклатура средств контроля параметров зубчатых колес довольно обширна. Они различаются точностью, конструкцией, диапазоном контролируемых величин.

Наиболее распространенными и простыми по устройству приборами для контроля параметров зубчатых колес являются нормалемеры и биениемеры, межосемеры и шагомеры, а также зубомеры смещения. Метрологические характеристики приборов приведены в табл. 2.130 [2, 29].

Зубомерный микрометр типа МЗ предназначен для измерения длины общей нормали зубчатых колес с модулем свыше 1 мм. От микрометра МК он отличается дисковыми насадками.

Нормалемеры – измерительные приборы, предназначенные для измерения и контроля следующих показателей точности зубчатого колеса: колебания длины общей нормали и наименьшего отклонения длины общей нормали.

Биениемер – прибор для измерения радиального биения зубчатого венца. Данные приборы выпускаются трех типоразмеров: S1, S2 и S3 и трех классов точности: А, АВ и В.

Межосемеры предназначены для измерения колебания измерительного межосевого расстояния за оборот колеса, колебания измерительного межосевого расстояния на одном зубе и предельных отклонений измерительного межосевого расстояния.

Шагомер – прибор для измерения отклонения шага зацепления. В зависимости от диапазона измерения и класса точности выпускаются несколько типоразмеров: S1, S2, S3, M1, M2, M3 и M4.

Таблица 2.130

Метрологические характеристики приборов для измерения и контроля параметров зубчатых колес, мм

Наименование	Тип (модель)	Класс точности	Измеряемое колесо*		Длина оправки	Цена деле- ния шкалы
			Модуль	Диаметр		
1	2	3	4	5	6	7
Прибор для контроля кинемати- ческой погрешности	БВ-5058	АВ	1-8	20-320	100-320	От 1,5" до 96"
	БВ-5094	А и АВ	1-8	20-320 (60-250)	320	-
	БВ-5083	А и АВ	0,2-1,0	5-200 (60-160)	175	-
Межосемер (ГОСТ 10387-81)	МЦ-160М	АВ и В	0,15-1,00	5-200	25-200	0,001
Межосемер (ТУ 2-034403-84)	МЦ-400У	АВ и В	1-10	20-320	100-340	0,002
Зубомер смещения для колес внутреннего зацепления (ТУ 2-034-201-83)	23900	-	(1-16)	-	-	0,01
Зубомер смещения (ГОСТ 4446-81)	23500	АВ и В	2-10	-	-	0,010
	23600	АВ и В	4-16	-	-	0,010
	23700	В	10-28	-	-	0,010
	23800	В	22-50	-	-	0,010
Шагомер (ТУ 2-034-296-84)	21802	АВ и В	2-10	(От 200)	-	0,001
Шагомер (ТУ 2-034-203-83)	21704	В	10-50	-	-	0,001
Шагомер (ГОСТ 5368-81)	БВ-5070	АВ и В	2-30	От 20	-	0,001
Биениемер (ГОСТ 5368-81)	Б-10М	АВ и В	1-10	70-360 (60-300)	380	0,001
Прибор для контроля зубчатых колес (ТУ 2-034-544-81)	ЗИП-1	АВ и В	1-8	20-320	100-320	0,001
Прибор для контроля крупнога- баритных зубчатых колес (ГОСТ 5368-81)	БВ-5077	АВ и В	До 16	320-1250 (500-1000)	200-800	0,001; 0,002; 0,01

Окончание табл. 2.130

1	2	3	4	5	6	7
Прибор универсальный автоматический для поэлементного контроля (ТУ 2-034-362-81)	27501	А и АВ	0,2-18,0	20-400 (60-250)	40-400	0,0005-0,0010
Эвольвентомеры универсальные (ГОСТ 5368-81)	БВ-5062 КЭУ-М	А и АВ АВ и В	4-12 1-10	20-340 (60-250) 20-320 (60-250)	100-400 320	0,0001; 0,0020 0,0010
Штангензубомер с нониусом (ТУ 2-034-773-84)	ШЗ-18 ШЗ-36	–	1-18	–	–	0,0500
Нормалемер (ТУ 2-034-361-81)	БВ-5045 БВ-5046 БВ-5081	АВ и В АВ и В В	От 1 2 3	W=0÷120 W=50÷300 W=20÷120	– – –	0,0020
Микрометры зубомерные (ГОСТ 6507-90)	М 325	АВ и В	От 0,5	0-25	–	0,0100
	М 350	АВ и В		25-50	–	
	М 375	АВ и В		50-75	–	

* В скобках указаны значения для контролируемых колес внутреннего зацепления.

Зубомер смещения типа М (или *тангенциальный зубомер*) – прибор для контроля смещения исходного контура зубчатого колеса внешнего зацепления. Зубомеры смещения выпускают четырех типоразмеров: М1, М2, М3 и М4, различающихся модулем измеряемых колес и пределами допускаемой погрешности.

Штангензубомер предназначен для измерения толщины зубьев на заданном расстоянии от окружности выступов (по постоянной хорде) цилиндрических прямозубых и косозубых колес внешнего зацепления. Диапазон измерений толщины зуба 0–33 мм и 0–60 мм при отсчете по нониусу 0,05 мм.

Более точным и удобным в работе по сравнению со штангензубомером является *индикаторно-микрометрический зубомер* двух типоразмеров для контроля и измерения толщины зуба колес с модулями 1–16 и 16–32 мм. Цена деления индикатора часового типа и микрометрических головок 0,01 мм.

Примеры условных обозначений:

1. Прибор для измерения длины общей нормали зубчатых колес типоразмера М01 класса АВ: *Нормалемер М01 – АВ ГОСТ 7760–81*.

2. Зубомер смещения типоразмера М1 класса точности АВ: *Зубомер смещения М1 АВ ГОСТ 4446–81*.

2.8. Средства контроля параметров шероховатости поверхности

ГОСТ 2789–73 устанавливает шесть параметров шероховатости.

Вертикальные параметры:

R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам;

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля;

R_{\max} – наибольшая высота неровностей профиля.

Горизонтальные параметры:

S_m – средний шаг неровностей профиля;

S – средний шаг местных выступов профиля;

tr – относительная опорная длина профиля.

Методы контроля шероховатости обработанной поверхности:

- визуальное определение шероховатости путем сравнения с образцами;
- определение шероховатости «ощупыванием» поверхности алмазной иглой (контактный метод);
- определение шероховатости оптическим и интерференционным приборами (бесконтактный метод).

В цеховых условиях наиболее распространен метод определения шероховатости путем сравнения с *образцами шероховатости* – брусками с плоской или цилиндрической поверхностью длиной 30–40 мм и шириной 20 мм с известными значениями параметра шероховатости. Образцы шероховатости комплектуют в наборы. На каждом образце шероховатости указывают номинальное значение параметра шероховатости и способ механической обработки образца.

При этом методе проверки производят общую оценку «на глаз» – сравнением. Иногда для небольших деталей изготавливают микроскопы сравнения, у которых в поле зрения окуляра одновременно видны поверхности образца и детали.

Образцы шероховатости должны быть изготовлены тем же способом и из такого же материала, что и деталь, неровности которой будут определяться.

Специальные средства измерения параметров шероховатости поверхности подразделяют на *оптические* и *контактные*. Контактные средства измерения более надежны в цеховых условиях работы.

Оптические приборы предназначены для определения трех параметров шероховатости: R_z , R_{\max} и S в плоскости, нормальной к направлению неровностей поверхности. Метрологические характеристики оптических приборов приведены в табл. 2.131 [2].

Таблица 2.131

Метрологические характеристики оптических приборов для измерения параметров шероховатости поверхности (ГОСТ 9847–79)

Наименование	Тип прибора	R_z , R_{\max} , мкм	S , мм	Общее увеличение, крат, не более	Линейное поле зрения, мм, не менее	Суммарная погрешность среднего из трех измерений, %
Прибор теневого сечения	ПТС	40–320	0,2–1,6	32	8	5,0–2,5
Прибор светового сечения	ПСС	0,5–40,0	0,002–0,500	750–80	0,25–2,50	30,0–5,5
Микроскоп однообъективный муаровый	МОМ	0,8–40,0	0,006–0,500	400–110	0,25–2,50	10–28
Микроскоп интерференционный измерительный	МИИ	0,05–0,80	0,002–0,050	2500–400	0,008–0,250	50–15
Микроскоп-профилометр интерференционный	МПИ	0,05–0,80	–	500; 300	0,25	35–18

ГОСТ 9847–79 устанавливает пять типов оптических приборов для измерения и контроля параметров шероховатости:

ПТС – прибор теневого сечения, предназначенный для измерения шероховатости грубо обработанных поверхностей;

ПСС – прибор светового сечения (двойной микроскоп);

МОМ – микроскоп однообъективный муаровый, основанный на измерении искривления муаровых полос, вызванного неровностями поверхности;

МИИ – микроскоп интерференционный, использующий при измерении двулучевую интерференцию света;

МПИ – микроскоп-профилометр, действие которого основано на интерференции света с образованием полос равного хроматического порядка.

К *контактным приборам* контроля и измерения параметров шероховатости относят *профилометры* и *профилографы*, выпускаемые для номинально-прямолинейных профилей поверхности (тип А) и для номинально-непрямолинейных профилей поверхности (тип Б).

Выпускаются контактные профилографы-профилометры (модель 252), в которых предусмотрены запись профилограммы и цифровое отсчетное устройство. По назначению их разделяют на две группы: I – для исследовательских работ и лабораторных измерений; II – для измерений в цеховых условиях. Метрологические характеристики профилографов и профилометров приведены в табл. 2.132 [2].

Таблица 2.132

Метрологические характеристики профилографов и профилометров

Прибор	Документ	Модель	Увеличение, крат	Пределы измерений, мм
Профилограф-профилометр	ГОСТ 19300–86, ТУ 2–034–13–86	250	20 000	0,00002–0,5
	ГОСТ 19300–86, ТУ 2–034–105–78	252	200–100 000; 2 000 000	0,00002–0,25
Профилометр цеховой	ГОСТ 19300–86, ТУ 2–034–4–83	296	0,001*	0,00002–0,010


* Наименьшая дискретность отсчета, мкм.

2.9. Средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей








Перечень допусков формы и расположения поверхностей и их обозначения на чертежах приведены в табл. 2.133 [16, 20].

Таблица 2.133

Виды допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Обозначение
1	2	3
Допуски формы	Допуск прямолинейности Допуск плоскостности Допуск круглости Допуск цилиндричности Допуск профиля продольного сечения	

Окончание табл. 2.133

1	2	3
Допуски расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	\perp
	Допуск наклона	\angle
	Допуск соосности	\odot
	Допуск симметричности	\equiv
	Позиционный допуск	\oplus
	Допуск пересечения осей	\times
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцевого биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцевого биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

2.9.1. Измерение отклонений формы поверхностей

Для проверки *плоскостности* и *прямолинейности* применяют поверочные линейки, плиты, уровни, плоскомеры, пользуются интерференционными и другими методами.

Измерение с помощью поверочных линеек заключается в том, что рабочая часть линейки принимается за прилегающую прямую. Основные типы линеек и их метрологические характеристики приведены в табл. 2.134 [2, 29]. Лекальные линейки применяют для контроля прямолинейности на просвет. Линейки с широкой рабочей поверхностью – для проверки прямолинейности (методом линейных отклонений) и плоскостности узких поверхностей (методом «на краску»).

Таблица 2.134

Метрологические характеристики линеек поверочных (ГОСТ 8026–92)

Линейки	Тип	Размер, мм	Допуск прямолинейности (плоскостности) рабочих поверхностей, мкм, для классов точности		
			0	1	2
1	2	3	4	5	6
Лекальные четырехгранные	ЛЧ	200×20	1,2	2,0	—
		320×25	1,6	2,5	
Лекальные трехгранные	ЛТ	200×26	1,2	2,0	
		320×30	1,6	2,5	
Лекальные с двусторонним скосом	ЛД	80×6	0,6	1,2	
		125×6	0,6	1,6	
		200×8	1,2	2,0	
		320×8	1,6	2,5	

Окончание табл. 2.134

1	2	3	4	5	6
С широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения	ШП	250×5	2,0	5	8
		400×6	2,5	6	10
		630×10	4,0	10	16
С широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения	ШД	630×14	4,0	10	16
		1000×16			
		1600×18	—	16	25
		2000×18		20	30
		2500×20		25	40
		3000×20		30	50
		4000×30		40	60
С широкой рабочей поверхностью (мостик)	ШМ	400×50	2,5	6	10
		630×50	4,0	10	16
		1000×60	4,0	10	16
		1600×80	6,0	16	25
		2000×90	—	20	30
		2500×100	—	25	40
		3000×110	—	30	50
Угловые трехгранные	УТ	400	2,5	6	10
		630	4,0	10	16
		1000	4,0	10	16

Измерение с использованием поверочных плит заключается в том, что их плоские поверхности принимают за прилегающие и с их помощью определяют отклонение формы реальной поверхности от требуемой. Плиты предназначены для проверки плоскостности поверхностей методами линейных отклонений и «на краску». В соответствии с ГОСТ 10905–86 поверочные и разметочные плиты выпускают различных размеров и классов точности. Их характеристики приведены в табл. 2.135 [29].

В закрытых гидростатических уровнях роль прилегающей плоскости играет поверхность жидкости в нескольких сообщающихся сосудах. Уровень содержит несколько измерительных головок, соединенных между собой резиновыми шлангами и оснащенных микрометрическими винтами. При измерениях головки устанавливают в проверяемых точках изделия, вращением микровинтов добиваются касания их острия поверхности жидкости и снимают показания со шкал микровинтов. Погрешность измерения гидростатическими уровнями не превышает $\pm 0,1$ мм [23].

При измерении отклонений от прямолинейности или плоскостности с помощью уровней с ампулами (см. табл. 2.90) определяют углы наклона отдельных участков поверхности. Полученные данные пересчитывают в линейные величины, а величину отклонения определяют относительно прилежающих прямых или плоскостей графически.

Таблица 2.135

Характеристики плит поверочных и разметочных (ГОСТ 10905–86)

Размер плиты, мм	Допуск плоскостности плит, мкм							Сосредо- точенная нагрузка, Н	Наибольший прогиб плит, мкм, под дейст- вием сосредоточенной нагрузки	
	чугунных					гранит- ных			чугунных	гранитных
	для классов точности									
	00	0	1	2	3	00	0			
160×160	2,0	4	8	16	30	2,0	4	30	0,25	0,2
250×250	2,5	5	10	20	40	2,5	5	78	0,5	0,4
400×400	3,0	6	12	25	50	3,0	6	196	1,0	0,8
630×400	4,0	8	16	30	60	4,0	8	490	2,0	1,8
1000×630	5,0	10	20	40	80	5,0	10	980	4,0	3,5
1600×1000	6,0	12	25	50	100	6,0	12	2450	10,0	8,0
2000×1000	8,0	16	30	60	120	8,0	16	2450	10,0	8,0
2500×1600	8,0	16	30	60	120	8,0	16	4900	20,0	16,0

Оптико-механические приборы, в которых в качестве прилегающей прямой используется луч света, по виду измеряемого параметра подразделяют на автоколлимационные и визирные.

При помощи автоколлимационных приборов измеряют углы наклона отдельных участков поверхностей изделия, затем полученные данные пересчитывают в величины отклонений от прямолинейности или плоскостности. Метрологические характеристики автоколлиматоров были приведены ранее, в табл. 2.88.

С помощью приборов, работающих по методу визирования, измеряют расстояние от контролируемой поверхности до оптической оси трубы. К оптико-механическим приборам визирного типа относят плоскомеры и оптические линейки. Метрологические характеристики этих приборов приведены в табл. 2.136 и 2.137 [29].

Таблица 2.136

Метрологические характеристики оптических линеек

Линейка	Тип (модель)	Длина контроли- руемого участка по- верхности, мм	Цена деления устройства		Диапазон изме- ряемых отклоне- ний, с устрой- ством, мм		Допускаемая погрешность, мм
			отсчет- ного, мкм	регистри- рующего, мкм/мм	отсчет- ным	регистри- рующим	
1	2	3	4	5	6	7	8
Оптическая контакт- ная с визуальной системой отсчета (ГОСТ 24703–81)	ОЛ-800 (ИС-43)	150– 800	0,5	1,0	±0,2	±0,05	±(0,5+3h*)
	ОЛ-1600 (ИС-36М)	200– 1600	1,0	2,0	±0,4	±0,10	±(1,0+10h*)

Окончание табл. 2.136

1	2	3	4	5	6	7	8
Оптическая контактная с автоматической регистрацией (ТУ 3–3.1363–76)	ОЛА-1600 (ИС-49)	400–1600	–	0,5–4,0	–	$\pm 0,025 \dots \pm 0,200$	$\pm (2+10h^*)$

* h – измеряемое отклонение, мм.

Таблица 2.137

Метрологические характеристики оптических плоскомеров

Тип	ТУ	Диапазон размеров измеряемых поверхностей, мм	Допускаемая погрешность, мкм
ИС-41М	АЛ2.787.036	5000×5000	$\pm (5+12L^*)$
ОП-1М	3–3.1428–76	500×500 ÷ 5000×5000	$\pm (5+5L^*)$

* L – расстояние от прибора до марки, м.

В последние годы для измерения плоскостности применяют электронные измерительные приборы. Они могут быть оснащены измерительной головкой и электронным измерительным устройством. При измерении прибором БВ-6065 отклонение от прямолинейности при перемещении щупа вдоль детали фиксируется по отсчетному пневмофотоэлектрическому устройству и записывается самописцем. Прибор модели БВ-6129 может измерять как прямолинейность, так и перпендикулярность поверхностей. Метрологические характеристики приборов приведены в табл. 2.138 [29].

Таблица 2.138

Метрологические характеристики приборов для измерения отклонений от прямолинейности

Прибор	Модель	Цена деления, мкм	Допускаемая погрешность, мкм	Длина образцового перемещения, мкм
1	2	3	4	5
Для контроля перпендикулярности и прямолинейности поверхностей	БВ-6129	1,0	2,5; 5,0*	450
Для измерения отклонений от прямолинейности вертикальных поверхностей	БВ-6273	0,1–10,0	2,0	500
Для контроля отклонений от прямолинейности образующих	БВ-6065	0,1–0,2	0,2	150
Для измерения отклонений от прямолинейности, оснащенный унифицированной измерительной системой	БВ-6251	0,05–1,0	0,2	150

1	2	3	4	5
Прямомер с унифицированной измерительной системой	БВ-6249	0,05–1,0	0,2	200
Прямомер автоматизированный с использованием информационно-вычислительного блока	БВ-6250	0,05–1,0	0,2	200

* При измерении перпендикулярности.

При определении *отклонений от круглости* используют следующие способы измерений:

- разностный, при котором определяют разность между последовательными значениями размеров контролируемого изделия с помощью двух и трех контактных приборов;
- прецизионного вращения, при котором профиль сечения детали сравнивают с траекторией точного кругового движения.

Разностный способ реализуется в двух- и трехконтактных устройствах, в которых контролируемая деталь вращается оператором или специальным устройством между измерительным наконечником и опорными плоскостями и наконечниками.

Двухконтактные приборы позволяют выявить огранку с четным числом граней и овальность. К ним относятся такие распространенные приборы, как оптиметры и длиномеры (см. табл. 2.10 и 2.11).

Трехконтактные устройства, позволяющие выявлять огранку с нечетным числом граней, представляют собой комбинацию призмы с заданным углом раскрытия и измерительной головки.

Более точными универсальными приборами для определения отклонений от круглости являются кругломеры, работающие по методу относительно позиционного вращения измерительного наконечника и контролируемой поверхности с записью отклонений на диаграммной ленте или диске.

Конструкции кругломеров подразделяют на два типа: 1 – с вращающимся измерительным наконечником и неподвижной деталью; 2 – с неподвижным наконечником и вращающейся деталью.

По принципу измерительных систем кругломеры могут быть электромеханическими, индуктивными и пневматическими. Метрологические характеристики кругломеров приведены в табл. 2.139 [29].

Измерение отклонений от цилиндричности производят обычно при помощи контрольных приспособлений, в конструкцию которых включают различные универсальные средства измерений: индикаторы, измерительные головки, нутромеры и другие средства измерений, которые крепятся с помощью стоек и штативов. Метрологические характеристики этих приборов были приведены ранее (см. табл. 2.3, 2.4 и 2.6).

Метрологические характеристики кругломеров

Кругломер	Тип, модель	Диапазон измеряемых размеров, мм			Увели- чение, крат	Погреш- ность, мкм (%)
		Диаметр		Высота		
		внутрен- ний	наруж- ный			
Накладной для из- мерения наружных поверхностей (ТУ 2–034–354–80)	16000 16100 16200	–	80–160 160–250 250–400	–	(0,1–2)*	(20)
С унифицирован- ной электронной системой (ГОСТ 17353–89)	(КД) 290	3–250	0,5–250	До 250	10 ² –10 ⁴	0,12(5)
С унифицирован- ной электронной системой и полу- автоматическим центрированием (ГОСТ 17353–89)	(КД) 298	3–360	0,5–360	До 400	10 ² –2·10 ⁴	–
Автоматизирован- ный с использо- ванием информа- ционно-вычисли- тельного блока на базе микроЭВМ (ГОСТ 17353–89)	299	–	0,5–250	До 100	10 ² –10 ⁴	0,12
Накладной для из- мерения отверстий (ГОСТ 17353–89)	BE-37	65–125	–	18–120	500– 5·10 ³	0,2(5)

* Цена деления.

Измерение *отклонений профиля продольного сечения* цилиндрических деталей, который может иметь конусность, бочкообразность или седлообразность, осуществляют в зависимости от вида отклонения разными способами:

- универсальными измерительными приборами – штангенциркулем или микрометром путем измерения диаметра детали в нескольких сечениях;
- в центрах с использованием индикатора часового типа при его перемещении вдоль образующей цилиндрической поверхности.

2.9.2. Измерение отклонений расположения поверхностей

Отклонения расположения (отклонения от параллельности, перпендикулярности, наклона и т. д.) определяют исходя из расположения прилегающих прямых или плоскостей. В качестве последних используют плоскости поверочных плит, на которых устанавливаются детали, и плоскости поверочных линеек, угольников и специальных оправок, устанавливаемых на деталях.

За величину *отклонения от параллельности* принимают разность показаний измерительной головки, устанавливаемой в различных точках исследуемой поверхности. При измерении отклонений от параллельности или перекаса осей следует иметь в виду, что сама ось нематериальна. Поэтому измерения проводят относительно образующей реальной поверхности либо самой детали – вала, либо специально изготовленной оправки, пригнанной к контролируемому отверстию.

Отклонение от перпендикулярности поверхностей изделия рассматривается как отклонение от прямого угла в расположении прилегающих поверхностей. Номинальное угловое расположение поверхностей, а также осей задается плоскостями поверочных плит и угольников или устройствами с элементами, между которыми точно выдержан прямой угол.

Измерение *отклонений наклона* плоскостей или осей относительно плоскости или оси для деталей с любыми номинальными значениями угла наклона может осуществляться с помощью приспособлений, включающих в себя угломерное устройство и измерительную головку. С помощью угломерного устройства задается номинальное расположение поверхностей или осей (номинальный угол наклона), отклонение от номинального расположения (угла) на нормируемой длине фиксируется измерительной головкой.

Измерение *отклонений от соосности* относительно оси базовой поверхности может быть осуществлено посредством измерительной головки, закрепленной на оправке, вставленной в одно из отверстий. При этом измерительный наконечник головки контактирует с поверхностью оправки, расположенной в другом отверстии.

Измерение отклонений от соосности шеек вала относительно общей оси осуществляют в крайних сечениях детали с помощью двух измерительных головок, при этом обе контролируемые поверхности базируются на двух призматических опорах.

При измерениях *отклонений от симметричности осей* также используются контрольные приспособления, в конструкцию которых входит индикатор. С помощью индикатора производят два замера с поворотом детали на 180° .

Индикатором осуществляют также измерение *отклонений от пересечения осей* валов и отверстий. При этом измерения проводят на образующих поверхностях валов или контрольных оправок (для отверстий).

При измерении *радиального и полного радиального биений, торцевого и полного торцевого биений и биения в заданном направлении* детали базируются с помощью опра-

вок, патронов, призм или центров. К контролируемой поверхности подводится нако-
нечник измерительной головки и фиксируется отклонение показаний при вращении де-
тали. Величина биения определяется как разность наибольших и наименьших показа-
ний измерительной головки при повороте детали на один оборот.

Метрологические характеристики приборов для проверки изделий на биение
в центрах приведены в табл. 2.140.

Таблица 2.140

Метрологические характеристики приборов
для проверки изделий на биение в центрах (ТУ 2–034–543–81), мм

Модель	Расстояние между центрами	Высота центров	Цена деления отсчетного уст- ройства	Допускаемая погрешность *
ПБ-250	250	80	0,002; 0,010	0,015
ПБ-500М	500	160		0,015
ПБ-1600	1600	250		0,020

* Дана для прибора с измерительной головкой 2МИГ по ГОСТ 9696–82.

Глава 3. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

3.1. Определение разряда работ исполнителей контроля

Определение разряда работ исполнителей контроля касается только штатных контролеров, учитывается также то обстоятельство, что в знания и навыки контролеров каждого последующего разряда обязательно входят знания и навыки контролеров всех предыдущих разрядов.

При установлении разряда работ исполнителей контроля выбирают последовательно по приведенным таблицам (табл. 3.1–3.9) рекомендуемые разряды работ. После чего назначают наибольший разряд работ контролера на каждой операции контроля; устанавливают тарифные ставки контролеров; формируют документы результатов определения разряда работ и профессии исполнителя контроля. В справочной литературе приводятся более подробный алгоритм определения разряда работ и профессии исполнителей контроля [8, 28].

Разряд работ и профессию исполнителя контроля указывают:

- в ведомости операций или операционной карте ТК по ГОСТ 3.1502–85;
- в маршрутной карте или карте технологического процесса согласно стандартам ЕСТД по видам работ.

Таблица 3.1

Разряды работ контролера, устанавливаемые по наименованию ОК

Разряд работ	Наименование детали или узла (примеры)
1-й	Болты, гайки и другие крепежные изделия. Гладкие оси
2-й	Валы редукторов. Втулки, кронштейны, патрубки, ступицы, тройники и фланцы
3-й	Поршневые кольца и пальцы. Блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Распределительные валы. Винты с остроугольной и прямоугольной резьбой. Сборка подшипников. Цилиндрические шестерни
4-й	Вкладыши, картеры (линейные и угловые размеры). Винты с четырехзаходной резьбой (до 4000 мм). Сборка двигателей внутреннего сгорания. Золотники, поршни. Сверла шлицевых соединений, блоки шестерен. Конические шестерни
5-й	Коленчатые валы. Винты с четырехзаходной резьбой (более 4000 мм). Картеры. Косозубые и шевронные зубчатые колеса
6-й	Командно-топливные агрегаты. Вычислительные блоки специального оборудования. Амортизаторы и подвески шасси

Таблица 3.2

Разряды работ контролеров,
устанавливаемые по важности выполняемых ОК функций

Разряд работ	Важность выполняемых ОК функций
1-й	Неответственная
2-й	Средней ответственности
3-й	Ответственная
4-й	Ответственная
5-й	Особо ответственная
6-й	Особо ответственная

Таблица 3.3

Разряды работ контролеров,
устанавливаемые по сложности конструкции детали

Разряд работ	Сложность конструкции детали
1-й	Простая
2-й	Простая
3-й	Средней сложности
4-й	Сложная
5-й	Очень сложная
6-й	Очень высокой сложности

Таблица 3.4

Группы сложности деталей

Детали	Примерный перечень характерных деталей
Простые	Гладкие и эксцентриковые валики, шкивы гладкие, фланцы, шайбы, шпонки, крышки, колпаки, кольца, тяги, рукоятки, хомуты, крепежные болты и гайки, гладкие стаканы, короткие гильзы
Средней сложности	Валы, валики и ступенчатые стаканы, кулаки, кронштейны, серьги, планки, клинья, ползуны, рейки, опорные гайки, накладные направляющие, шатуны, рычаги, полумуфты, поворотные части, вилки, сухари, основания, основания станин, неподвижные и подвижные губки
Сложные	Станины, стойки, хоботы, траверсы, верхние и нижние суппорты, круглые столы, планшайбы, корпуса шпиндельных коробок, передних и задних бабок, коробок скоростей и коробок подач, фартуки, поворотные круги, оправки, балансировочные оправки, гильзы, пиноли, цанги, плиты, звездочки, коленчатые и кулачковые валы, клеммы, ходовые винты и гайки, зубчатые колеса

Таблица 3.5

Разряды работ контролеров, устанавливаемые по контролируемому параметру деталей и сборочных единиц

Разряд работ	Контролируемые параметры (примеры)
1–2-й	Деталей: линейные размеры, угловые размеры, криволинейные поверхности и резьбы
3-й	Деталей: отклонения расположения поверхностей, отклонения формы поверхностей, параметры зубчатых колес, шлицев
4-й	То же и параметры червячных деталей, винтовых соединений и шероховатость поверхностей
5–6-й	Сборочных единиц

Таблица 3.6

Разряды работ контролеров, устанавливаемые по точности параметра

Разряд работ	Точность параметров (примеры)
1-й	15-й квалитет и менее точные размеры. Свободные размеры
2-й	11-й квалитет и менее точные размеры плоских и криволинейных поверхностей
3-й	7-я и меньшие степени точности отклонения расположения поверхностей 7-й квалитет и менее точные размеры плоских и криволинейных поверхностей
4-й	5-я и меньшие степени точности отклонения расположения поверхностей 5-й квалитет и менее точные размеры
5–6-й	Параметры любой точности

Таблица 3.7

Разряды работ контролеров, устанавливаемые по наименованию средств контроля

Разряд работ	Средства контроля (примеры)
1	2
1-й	Простейшие контрольно-измерительные инструменты. Литейные, жесткие и установочные скобы. Шаблоны, гладкие калибры и кольца. Резьбовые калибры и кольца
2-й	Контрольно-измерительные инструменты и приспособления. Листовые сборочные шаблоны, угольники, угловые линейки, штангенциркули. Штангенрейсмасы, штангенглубиномеры, щупы, оправки, накладные кондукторы

1	2
3-й	Контрольно-измерительные приборы: гладкие микрометры, микрометрические глубиномеры и нутромеры, индикаторы, измерительные головки, рычажные скобы, индикаторные нутромеры и глубиномеры, нутромеры с измерительной головкой, стенды
4-й	Различные универсальные контрольно-измерительные инструменты и приборы. Оптиметры, концевые меры
5-й	Все существующие специальные контрольно-измерительные инструменты и приборы. Измерительные машины. Длинномер горизонтальный (вертикальный)
6-й	Специальные приспособления. Контрольные автоматы (полуавтоматы). Оптические и оптико-механические приборы, теодолиты

Таблица 3.8

Разряды работ контролеров,
устанавливаемые по специальным требованиям к контролеру

Разряд работ	Специальные требования к контролеру (примеры)
1-й	Определение годности детали по внешнему виду
2-й	Приемка детали по чертежам и техническим условиям. Определение качества детали и ее соответствия техническим условиям. Оформление документации на принятую и забракованную продукцию
3-й	Классификация брака по видам, установление брака. Проведение испытаний детали, узла. Ведение журнала испытаний
4-й	Проверка точности изготовления, взаимного положения сопрягаемых деталей, прилегания их поверхностей и бесшумной работы механизмов. Ведение учета и отчетности по принятой продукции
5-й	Выполнение всех испытаний с проверкой точности изготовления и сборки согласно техническим условиям. Проверка объектов на соответствие паспортным данным. Определение соответствия государственному стандарту материалов, поступивших на обработку. Установление порядка приемки и проверки собранных узлов и конструкций
6-й	Проверка сложных агрегатов согласно техническим условиям. Участие в исследовании дефектов, выявленных при контроле и испытаниях, и разработке мероприятий по их устранению. Составление паспортов, формуляров, оформление приемных актов и протоколов испытаний

Таблица 3.9

Примерные тарифные ставки контролеров

Разряд контролера	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Тарифная ставка, р./ч	11,33	12,22	13,49	15,28	17,45	20,32

3.2. Нормирование операций контроля

При нормировании труда для объектов ТК используют нормы времени, нормы выработки, укрупненные нормативы численности и нормы обслуживания.

Для нормирования процессов ТК по переходам применяют нормативы времени на ТК (табл. 3.10–3.37) [28].

Таблица 3.10

Норма обслуживания, приходящаяся на одного контролера

Цех (участок)	Производство	Норма обслуживания при выборочности приемочного контроля, %											
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10	
Механический	Среднесерийное	12	13	14	15	17	18	20	24	29	34	42	
	Мелкосерийное	13	14	15	16	17	19	21	25	31	—	—	
Механосбороч- ный	Среднесерийное	14	15	16	17	18	20	23	27	35	40	49	
	Мелкосерийное и единичное	15	16	17	18	20	22	25	29	36	—	—	
Инструменталь- ный и модель- ный	Мелкосерийное и единичное	27	28	29	30	31	33	—	—	—	—	—	
Ремонтно-меха- нический	Мелкосерийное и единичное	35	38	40	46	49	51	—	—	—	—	—	
Литейный	Средне- и мелко- серийное, еди- ничное	16	17	19	21	23	26	31	39	42	—	—	
Кузнечный		13	14	14	15	15	16	—	—	—	—	—	
Прессовый	Средне- и мелко- серийное	13	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	
Термический		6	7	7	7	7	7	7	8	9	9	10	
Гальванический		9	10	10	10	11	11	12	13	14	15	15	
Сварочный	Средне- и мелко- серийное, еди- ничное	21	22	24	26	28	32	—	—	—	—	—	

Таблица 3.11

Коэффициент точности деталей (K_T)

Класс точности	2	3	4–5	6–7
Квалитет	5; 7	8; 9; 10	11; 12; 13	14; 15; 16
K_T	0,9	1,0	1,2	1,5

Таблица 3.12

Коэффициент сложности деталей ($K_{СЛ}$)

Сложность деталей	Простые	Средней сложности	Сложные
$K_{СЛ}$	1,1	1,0	0,9

Нормативы времени на технический контроль в условиях массового и крупносерийного производства

Нормы времени контроля зависят от характеристик объектов, средств и исполнителей, а также объема ТК [17].

Последовательность нормирования операций контроля:

1) подготовка исходных данных, содержащих сведения об операциях ТК, объектах ТК, о контролируемых параметрах, СК, об исполнителях ТК, об условиях производства и типе производства;

2) определение нормы $T_{\text{кп}}$ основного времени контроля каждого контролируемого параметра определенным СК (см. табл. 3.13 – 3.37);

3) расчет трудоемкости $T_{\text{пк}}$ перехода контроля с учетом числа контрольных точек:

$$T_{\text{пк}} = T_{\text{кп}}KT,$$

где $T_{\text{кп}}$ – норматив времени на контроль параметра определенным СК для деталей средней сложности при среднем качестве контролируемого параметра и среднем разряде работ исполнителя контроля;

KT – число контрольных точек;

4) определение вспомогательного времени $T_{\text{вс}}$ на установку и снятие детали (см. табл. 3.14);

5) определение времени $T_{\text{пв}}$ на поворот детали (см. табл. 3.37);

6) определение поправочного коэффициента $K_{\text{сл}}$ для уточнения трудоемкости контроля по сложности конструкции детали (см. табл. 3.15);

7) определение трудоемкости операции контроля:

$$T_{\text{ок}} = \left[\sum_{i=1}^n (T_{\text{пк}i} + T_{\text{вс}i} + T_{\text{пв}i}) + T_{\text{пз}} \right] \frac{K_{\text{доп}}}{K_{\text{сл}}} K_{\text{в}},$$

$$T_{\text{пз}} = K_{\text{пз}} \sum_{i=1}^n (T_{\text{пк}i} + T_{\text{вс}i}),$$

$$K_{\text{в}} = \frac{O_{\text{в}}}{N},$$

где $T_{\text{пк}i}$ – трудоемкость перехода контроля;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время на контроль;

$K_{\text{пз}}$ – коэффициент подготовительно-заключительного времени ($K_{\text{пз}} = 15 \div 30\%$);

n – число контролируемых параметров на операции контроля;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий время на выполнение контролерами дополнительных функций (время на отдых, личные надобности), организационно-

техническое обслуживание рабочего места и т. п. ($K_{\text{доп}} = 1,28$ для массового и крупносерийного производства; $K_{\text{доп}} = 1,35$ для серийного производства);

K_B – коэффициент выборочности контроля;

O_B – объем выборки;

N – объем партии;

8) формирование документа нормирования операций контроля.

В справочной литературе приводится более подробный алгоритм нормирования операций контроля [25].

Нормы времени ОК указываются в документах:

- ведомости операций контроля или операционной карте ТК по ГОСТ 3.1502–85;
- маршрутной карте или карте технологического процесса согласно стандартам

ЕСТД по видам работ.

Далее приведены карты операций контроля.

Карта 1. Контроль деталей внешним осмотром

Содержание работ:

При работе вручную на столе: 1 – взять деталь (заготовку) из тары; 2 – проверить ее внешним осмотром; 3 – положить деталь (заготовку) на место.

При работе подъемником: 1 – застропить деталь (заготовку) и поднять ее; 2 – проверить ее внешним осмотром; 3 – установить деталь (заготовку) на место, расстропить.

При работе вручную на рольганге или рабочем месте: 1 – взяться за деталь (заготовку) и повернуть ее; 2 – проверить внешним осмотром; 3 – продвинуть деталь по рольгангу.

Таблица 3.13

Контроль деталей внешним осмотром

Масса детали, кг, до	Детали (заготовки)		
	Простые	Средней сложности	Сложные
	Время на одну деталь, мин*		
1	2	3	4
<i>Работа вручную</i>			
0,5	0,049/0,061	0,063/0,079	0,080/0,100
0,6	0,052/0,065	0,066/0,083	0,085/0,106
0,8	0,056/0,070	0,072/0,090	0,093/0,116
1,0	0,060/0,075	0,077/0,096	0,100/0,125
1,2	0,064/0,080	0,082/0,103	0,106/0,133
1,6	0,070/0,088	0,090/0,113	0,117/0,146
2,0	0,075/0,093	0,098/0,123	0,125/0,156
2,5	0,080/0,100	0,104/0,130	0,134/0,168

1	2	3	4
3,0	0,085/0,106	0,110/0,138	0,143/0,179
4,0	0,094/0,118	0,120/0,150	0,160/0,200
5,0	0,100/0,125	0,130/0,163	0,170/0,213
6,0	0,107/0,134	0,140/0,175	0,180/0,225
8,0	0,117/0,146	0,152/0,190	0,200/0,250
10,0	0,125/0,156	0,164/0,205	0,215/0,270
12,0	0,132/0,165	0,175/0,219	0,230/0,288
16,0	0,150/0,188	0,194/0,243	0,250/0,313
20,0	0,160/0,200	0,210/0,262	0,270/0,337
<i>Работа подъемником</i>			
25	0,210/0,263	0,273/0,341	0,355/0,444
30	0,230/0,288	0,300/0,375	0,390/0,488
40	0,260/0,325	0,338/0,423	0,440/0,550
50	0,278/0,348	0,361/0,451	0,470/0,586
60	0,310/0,388	0,403/0,504	0,524/0,655
80	0,350/0,438	0,455/0,570	0,592/0,740
100	0,390/0,488	0,507/0,634	0,660/0,824
120	0,422/0,528	0,550/0,686	0,714/0,893
160	0,480/0,600	0,624/0,780	0,811/1,010
200	0,530/0,663	0,690/0,861	0,896/1,120
250	0,585/0,731	0,761/0,951	0,990/1,240
300	0,640/0,800	0,832/1,040	1,080/1,350
<i>Работа вручную на рольганге и рабочем месте</i>			
25	0,110/0,138	0,143/0,179	0,186/0,233
30	0,115/0,144	0,150/0,188	0,194/0,243
40	0,125/0,156	0,163/0,204	0,212/0,265
50	0,132/0,165	0,170/0,213	0,220/0,275
60	0,140/0,175	0,182/0,228	0,237/0,296
80	0,153/0,191	0,200/0,250	0,260/0,325
100	0,164/0,205	0,213/0,266	0,277/0,346
120	0,173/0,216	0,225/0,281	0,293/0,366
160	0,190/0,238	0,247/0,309	0,321/0,401
200	0,202/0,253	0,263/0,329	0,342/0,428
250	0,218/0,273	0,283/0,354	0,368/0,460
300	0,230/0,288	0,330/0,375	0,390/0,488

* В числителе приведены нормативы времени на ТК деталей (заготовок), полученных из стальных и чугунных отливок, проката и из пластмассовых поковок; в знаменателе – из отливок, полученных точным литьем, и отливок из цветных металлов и их сплавов.

Карта 2. Установка, снятие и перемещение деталей для измерения

Содержание работы:

Установка и снятие детали вручную: 1 – взять деталь из тары и установить на стол для измерения; 2 – снять деталь со стола, положить в тару или навесить на конвейер.

Установка и снятие детали подъемником: 1 – застропить деталь, поднять подъемником, подвести и установить на стол для измерения, расстропить; 2 – застропить деталь, поднять подъемником, установить на рольганг или навесить на конвейер, расстропить.

Таблица 3.14

Установка, снятие и перемещение деталей для измерения

<i>Установка и снятие детали вручную</i>								
Масса детали, кг, до								
	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0	16,0	20,0
Время на одну деталь, мин								
Без поворота	0,050	0,060	0,070	0,080	0,092	0,0102	0,112	0,120
Повернуть деталь на 90°	0,027	0,027	0,034	0,043	0,053	0,064	0,072	0,080
Повернуть деталь на 180°	0,032	0,032	0,041	0,051	0,064	0,077	0,086	0,096
<i>Установка и снятие детали подъемником</i>								
Масса детали, кг, до								
25	40	60	100	150	200	250	300	
Время на одну деталь, мин								
0,30	0,34	0,38	0,44	0,50	0,54	0,58	0,60	
<i>Продвижение детали по рольгангу</i>								
Масса детали, кг, до								
25	40	60	100	150	200	250	300	
Время на первый метр продвижения, мин								
0,025	0,030	0,036	0,046	0,056	0,064	0,072	0,080	
Время на каждый последующий метр продвижения, мин								
0,016	0,019	0,027	0,030	0,037	0,042	0,047	0,052	

Карта 3. Проверка размеров поверхностей деталей скобами односторонней и двусторонней

Содержание работы:

1 – взять скобу; 2 – выполнить измерение; 3 – положить скобу на место.

Таблица 3.15

Проверка размеров поверхностей деталей скобами односторонней и двусторонней*

Длина измеряемой поверхности, мм, до	Скоба односторонняя				
	Измеряемый размер, мм, до				
	25	50	100	200	300
	Время на одну деталь, мин				
1	2	3	4	5	6
25	0,060	0,066	0,072	0,083	0,095
50	0,065	0,072	0,079	0,0910	0,103

Окончание табл. 3.15

1	2	3	4	5	6
100	0,071	0,078	0,087	0,100	0,114
200	0,077	0,085	0,095	0,108	0,127
300	0,081	0,090	0,100	0,116	0,134
400	0,084	0,094	0,104	0,121	0,140
500	0,086	0,097	0,107	0,124	0,144
600	0,089	0,089	0,110	0,126	0,147
800	0,093	0,102	0,114	0,131	0,152
1000	—	0,105	0,118	0,136	0,157
Длина измеряе- мой поверхно- сти, мм, до	Скоба односторонняя			Скоба двусторонняя	
	Измеряемый размер, мм, до				
	400	25		50	100
	Время на одну деталь, мин				
25	0,108	0,083	0,090		0,098
50	0,118	0,090	0,098		0,108
100	0,129	0,096	0,107		0,117
200	0,138	0,106	0,117		0,128
300	0,148	0,112	0,123		0,135
400	0,153	0,117	0,128		0,140
500	0,157	0,121	0,132		0,144
600	0,161	0,125	0,135		0,147
800	0,168	0,128	0,140		0,152
1000	—	—	0,144		0,156

* Нормативы времени рассчитывают на проверку размеров поверхностей 8-го и 9-го квалитетов; при проверке размеров поверхностей 6-го квалитета табличное время умножают на коэффициент 1,2; размеров поверхностей 10–12-го квалитетов – на коэффициент 0,85.

Карта 4. Проверка поверхностей деталей рычажной скобой при точности измерения 0,002 мм

Содержание работы:

1 – взять рычажную скобу; 2 – выполнить измерение; 3 – положить рычажную скобу на место.

Таблица 3.16

Проверка поверхностей рычажной скобой при точности 0,002 мм

Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до						
	25	50	100	200	300	500	1000
	Время на одну деталь, мин						
25	0,070	0,080	0,090	0,103	0,112	0,123	0,140
50	0,090	0,100	0,115	0,130	0,140	0,160	0,180
100	0,110	0,130	0,146	0,170	0,180	0,200	0,230
150	0,130	0,150	0,173	0,200	0,215	0,240	0,280

Карта 5. Проверка поверхностей деталей индикаторной скобой

Содержание работы:

1 – взять скобу; 2 – выполнить измерение; 3 – положить скобу на место.

Таблица 3.17

Проверка поверхностей деталей индикаторной скобой

Измеряемый размер, мм, до	Длина суммарной поверхности, мм, до					
	50	100	200	300	500	1000
	Время на одну деталь, мин					
50	0,064	0,083	0,110	0,130	0,160	0,210
100	0,078	0,100	0,132	0,154	0,190	0,250
200	0,094	0,122	0,160	0,190	0,230	0,300
300	0,110	0,143	0,190	0,220	0,270	0,350

Карта 6. Проверка размеров конусных поверхностей деталей калибром-пробкой или калибром-втулкой

Содержание работы:

1 – взять калибр-пробку или калибр-втулку; 2 – выполнить измерение; 3 – положить калибр-пробку или калибр-втулку на место.

Таблица 3.18

Проверка размеров конусных поверхностей деталей калибром-пробкой
или калибром-втулкой

Измерительный инструмент	Квалитет	Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности мм, до		
			25	50	100
			Время на одну деталь, мин		
Конусная калибр- пробка	6	25	0,083	0,090	0,098
		50	0,088	0,094	0,103
		100	0,093	0,100	0,108
	8, 9	25	0,072	0,077	0,083
		50	0,076	0,082	0,090
		100	0,081	0,088	0,096
Конусная калибр- пробка	11–13	25	0,063	0,068	0,073
		50	0,068	0,074	0,080
		100	0,073	0,079	0,085
Конусная калибр- втулка	6	25	0,088	0,094	0,101
		50	0,093	0,098	0,108
		100	0,098	0,103	0,113
	8, 9	25	0,076	0,082	0,088
		50	0,080	0,086	0,093
		100	0,085	0,093	0,100
	11–13	25	0,068	0,073	0,078
		50	0,073	0,078	0,083
		100	0,077	0,082	0,088

Карта 7. Проверка отверстий цилиндрическим калибром-пробкой

Содержание работы:

1 – взять калибр-пробку; 2 – выполнить измерение; 3 – положить калибр-пробку на место.

Таблица 3.19

Проверка отверстий цилиндрическим калибром-пробкой

Диаметр отвер- стия, мм, до	Глубина промера, мм, до									
	10	20	40	60	80	100	150	200	300	400
	Время на одну деталь, мин *									
5	0,042	0,049	0,056	0,063	–	–	–	–	–	–
10	0,049	0,056	0,066	0,072	0,077	0,080	–	–	–	–
20	0,054	0,062	0,072	0,079	0,084	0,090	–	–	–	–
30	0,060	0,070	0,080	0,090	0,095	0,100	0,110	–	–	–
50	0,070	0,080	0,094	0,102	0,110	0,115	0,125	0,134	–	–
70	0,078	0,090	0,105	0,114	0,122	0,128	0,140	0,150	0,163	–
100	0,086	0,100	0,116	0,128	0,136	0,142	0,156	0,166	0,180	0,195
150	0,100	0,116	0,136	0,148	0,158	0,166	0,180	0,193	0,210	0,230

* Нормативы времени рассчитаны на проверку отверстий 8-го и 9-го квалитетов; при проверке отверстий 6-го квалитета табличное время умножают на коэффициент 1,2; отверстий 11–13-го квалитетов – на коэффициент 0,85.

Карта 8. Проверка резьбы резьбовым двусторонним калибром-пробкой

Содержание работы:

1 – взять калибр-пробку; 2 – выполнить измерение; 3 – положить калибр-пробку на место.

Таблица 3.20

Проверка резьбы резьбовым двусторонним калибром-пробкой

Измеряемый размер резьбы, мм		Длина измеряемой поверхности, мм, до							
		5	10	15	20	30	40	50	60
Диаметр	Шаг	Время на одну деталь, мин							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0,5	0,254	0,360	0,430	0,560	–	–	–	–
	1,0	0,174	0,234	0,290	0,350	0,430	–	–	–
	1,5	–	0,174	0,210	0,255	0,320	0,400	–	–

Окончание табл. 3.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	1,0	0,180	0,240	0,294	0,360	0,450	–	–	–
	1,5	0,154	0,200	0,240	0,295	0,360	0,445	0,560	–
	2,0	–	0,176	0,217	0,250	0,310	0,380	0,480	–
	2,5	–	0,160	0,197	0,220	0,272	0,340	0,415	–
	3,0	–	0,140	0,170	0,202	0,240	0,290	0,360	–
36	1,5	0,165	0,216	0,256	0,320	0,390	0,500	0,610	–
	2,0	–	0,190	0,230	0,275	0,340	0,420	0,520	0,650
	2,5	–	0,170	0,205	0,240	0,295	0,350	0,440	0,550
	3,0	–	0,150	0,180	0,208	0,255	0,310	0,385	0,480
48	1,5	0,170	0,225	0,270	0,330	0,420	0,520	0,640	–
	2,0	–	0,200	0,240	0,290	0,355	0,445	0,550	0,690
	2,5	–	0,180	0,210	0,250	0,305	0,375	0,460	0,570
	3,0	–	0,157	0,185	0,215	0,265	0,325	0,400	0,500
60	1,5	0,175	0,235	0,280	0,344	0,430	0,540	0,670	0,850
	2,0	–	0,210	0,250	0,305	0,370	0,470	0,590	0,745
	2,5	–	0,184	0,214	0,260	0,314	0,390	0,480	0,610
	3,0	–	0,164	0,189	0,220	0,275	0,334	0,414	0,520
80	1,5	0,184	0,250	0,304	0,374	0,465	0,580	0,740	0,940
	2,0	–	0,244	0,270	0,330	0,410	0,520	0,635	0,815
	2,5	–	0,195	0,230	0,280	0,340	0,420	0,530	0,665
	3,0	–	0,174	0,204	0,235	0,300	0,365	0,454	0,570

Карта 9. Проверка резьбы резьбовым калибром-кольцом

Содержание работы:

1 – взять калибр-кольцо; 2 – выполнить измерение; 3 – положить калибр-кольцо на место.

Таблица 3.21

Проверка резьбы резьбовым калибром-кольцом

Измеряемый размер резьбы, мм		Длина измеряемой поверхности, мм, до							
		5	10	15	20	30	40	50	60
Диаметр	Шаг	Время на одну деталь, мин							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0,5	0,150	0,230	0,290	0,350	–	–	–	–
	1,0	0,110	0,166	0,210	0,250	0,325	–	–	–
	1,5	–	0,135	0,170	0,210	0,260	0,320	–	–

Окончание табл. 3.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	1,0	0,116	0,175	0,220	0,270	0,340	–	–	–
	1,5	0,100	0,150	0,190	0,230	0,290	0,350	0,400	–
	2,0	–	0,120	0,155	0,180	0,210	0,280	0,310	–
	2,5	–	0,110	0,130	0,155	0,170	0,220	0,260	–
	3,0	–	0,090	0,115	0,135	0,160	0,195	0,220	–
36	1,5	0,104	0,156	0,200	0,240	0,310	0,370	0,410	–
	2,0	–	0,130	0,165	0,190	0,240	0,300	0,340	0,380
	2,5	–	0,110	0,140	0,165	0,200	0,250	0,290	0,320
	3,0	–	0,095	0,124	0,145	0,180	0,220	0,250	0,280
48	1,5	0,108	0,163	0,207	0,250	0,330	0,380	0,420	–
	2,0	–	0,135	0,170	0,200	0,255	0,310	0,360	0,400
	2,5	–	0,116	0,145	0,175	0,220	0,270	0,310	0,350
	3,0	–	0,100	0,127	0,155	0,196	0,235	0,270	0,300
	3,0	–	0,105	0,132	0,160	0,205	0,245	0,282	0,320
80	1,5	0,120	180	0,230	0,275	0,360	0,420	0,485	0,540
	2,0	–	150	0,190	0,230	0,295	0,360	0,400	0,450
	2,5	–	130	0,165	0,200	0,260	0,310	0,360	0,400
	3,0	–	110	0,140	0,168	0,217	0,260	0,300	0,340

Карта 10. Проверка конфигурации деталей шаблоном

Содержание работы:

1 – взять шаблон; 2 – проверить размер; 3 – положить шаблон на место.

Таблица 3.22

Проверка конфигурации деталей шаблоном

Шаблон	Точность измерения, мм	Измеряемый размер, мм, до					
		100	200	300	500	700	1000
		Время на одну деталь, мин					
Линейный или односторонний	0,2–0,5	0,050	0,059	0,066	0,076	0,082	0,091
	До 0,2	0,072	0,086	0,095	0,110	0,120	0,130
Линейный двусторонний	0,2–0,5	0,060	0,073	0,081	0,093	0,100	0,110
	До 0,2	0,085	0,102	0,113	0,130	0,140	0,155
Фасонный простой	0,15–0,25	0,070	0,082	0,092	0,105	0,115	–
	До 0,15	0,100	0,118	0,132	0,150	0,164	–
Фасонный сложного профиля	0,15–0,25	0,090	0,105	0,118	0,134	0,146	–
	До 0,15	0,160	0,190	0,210	0,240	0,260	–

Карта 11. Проверка толщины зубьев цилиндрических колес шаблоном, штангензубомером

Содержание работы:

1 – взять шаблон или штангензубомер; 2 – выполнить измерение; 3 – положить шаблон или штангензубомер на место.

Таблица 3.23

Проверка толщины зубьев цилиндрических колес шаблоном, штангензубомером

Измерительный инструмент	Толщина зуба, мм, до			
	3,14	7,85	15,70	28,00
	Время на один зуб, мин			
Шаблон	0,030	0,050	0,080	0,090
Штангензубомер	0,040	0,070	0,100	0,113

Карта 12. Проверка шлицевых отверстий калибром-пробкой или калибром-кольцом шлицевым

Содержание работы:

1 – взять калибр-пробку или калибр-кольцо; 2 – выполнить измерение; 3 – положить калибр-пробку или калибр-кольцо на место.

Таблица 3.24

Проверка шлицевых отверстий калибром-пробкой или калибром-кольцом шлицевым

Квалитет	Измеряе- мый диа- метр, мм	Длина измеряемой поверхности, мм					
		25	50	100	200	300	500
		Время на одну деталь, мин					
Проверка калибром-пробкой							
6	25	0,090	0,110	0,132	0,160	0,180	—
	50	0,096	0,120	0,145	0,176	0,200	—
	70	0,108	0,130	0,160	0,200	0,223	—
	100	0,120	0,147	0,180	0,220	0,250	—
8, 9	25	0,074	0,090	0,110	0,132	0,150	—
	50	0,082	0,100	0,123	0,150	0,170	—
	70	0,093	0,114	0,140	0,170	0,192	—
	100	0,105	0,130	0,160	0,195	0,220	—
Проверка калибром-кольцом							
6	25	0,104	0,127	0,154	0,190	0,212	0,250
	50	0,130	0,160	0,193	0,240	0,270	0,310
	70	0,145	0,180	0,220	0,270	0,302	0,360
	100	0,168	0,204	0,250	0,310	0,350	0,407
8, 9	25	0,090	0,110	0,130	0,160	0,180	0,210
	50	0,100	0,120	0,148	0,180	0,205	0,240
	70	0,114	0,140	0,170	0,210	0,240	0,280
	100	0,130	0,160	0,194	0,240	0,273	0,320

Карта 13. Проверка внутренних поверхностей деталей индикаторным нутромером

Содержание работы:

1 – взять нутромер; 2 – выполнить измерение; 3 – положить нутромер на место.

Таблица 3.25

Проверка размеров внутренних поверхностей деталей индикаторным нутромером

Диаметр измеряемого отверстия, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до				
	50	100	200	300	600
	Время на одну деталь, мин				
30	0,063	0,075	0,096	0,115	0,135
50	0,068	0,082	0,104	0,123	0,145
100	0,077	0,093	0,117	0,140	0,162
150	0,082	0,097	0,123	0,147	0,172
200	0,086	0,102	0,130	0,155	0,181
300	0,092	0,110	0,140	0,165	0,194

Карта 14. Проверка соосности отверстий пробкой

Содержание работы:

1 – взять пробку; 2 – произвести измерение; 3 – положить пробку на место.

Таблица 3.26

Проверка соосности отверстий пробкой

Квалитет	Измеряемый диаметр, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до			
		50	100	150	200
		Время на одну деталь, мин			
6, 8, 9	30	0,084	0,100	0,110	0,120
	50	0,100	0,118	0,130	0,140
	70	0,111	0,130	0,144	0,153
	100	0,125	0,146	0,162	0,174
11–13	30	0,060	0,072	0,080	0,085
	50	0,070	0,085	0,093	0,100
	70	0,077	0,092	0,100	0,110
	100	0,085	0,100	0,111	0,120

Карта 15. Измерение размеров деталей микрометром

Содержание работы:

1 – взять микрометр, установить его на размер; 2 – произвести измерение; 3 – положить микрометр на место.

Таблица 3.27

Измерение размеров деталей микрометром

Микро-метр	Измеряемый размер, мм, до									
	10	15	20	30	50	70	100	150	200	300
	Время на одну деталь, мин									
Гладкий	0,070	0,076	0,080	0,087	0,096	0,103	0,110	0,120	0,128	0,140
Резьбовой	0,100	0,108	0,114	0,124	0,140	0,150	0,166	0,174	0,186	0,200

Карта 16. Измерение деталей штангенциркулем

Содержание работы:

1 – взять штангенциркуль; 2 – выполнить измерение; 3 – положить штангенциркуль на место.

Таблица 3.28

Измерение деталей штангенциркулем

Контролируемые параметры	Измеряемый размер, мм, до								
	50	70	100	150	200	300	500	700	1000
	Время на одно измерение, мин								
Размеры плоских поверхностей	0,05	0,063	0,080	0,100	0,122	0,156	0,220	0,270	0,340
Наружные диаметры	0,04	0,046	0,054	0,066	0,075	0,092	0,116	0,137	0,160
Внутренние диаметры	0,05	0,066	0,086	0,118	0,150	0,205	0,310	0,400	–

Карта 17. Измерение деталей штангенглубиномером

Содержание работы:

1 – взять штангенглубиномер; 2 – произвести измерение; 3 – положить штангенглубиномер на место.

Таблица 3.29

Измерение деталей штангенглубиномером

Прием	Измеряемый размер, мм, до						
	50	70	100	150	200	300	500
	Время на одно измерение, мин						
С установкой на размер	0,086	0,096	0,105	0,116	0,125	0,137	0,155
Без установки на размер	0,066	0,072	0,080	0,087	0,093	0,103	0,118

Карта 18. Измерение деталей универсальным инструментом

Содержание работы:

1 – взять инструмент; 2 – произвести измерение; 3 – положить инструмент на место.

Таблица 3.30

Измерение деталей универсальным инструментом

Инструмент	Измеряемый размер, мм, до							
	100	200	300	500	700	1000	1500	2000
	Время на одно измерение, мин							
Масштабная линейка	0,095	0,100	0,105	0,110	0,116	0,120	–	–
Складной метр	–	–	–	0,125	0,143	0,165	0,195	0,220
Металлическая рулетка	–	–	–	0,115	0,130	0,145	0,165	0,185

Карта 19. Проверка биения зубьев шестерен при зацеплении с эталонной шестерней

Содержание работы:

1 – взять и установить деталь в приспособление; 2 – подвести эталонную шестерню и настроить прибор; 3 – проверить биение; 4 – отвести эталонную шестерню; 5 – снять деталь, отложить.

Таблица 3.31

Проверка биения зубьев шестерен при зацеплении с эталонной шестерней

Масса шестерни, кг, до	Диаметр шестерни, мм, до						
	100	150	200	300	400	500	600
	Время на одну деталь, мин						
1	0,13	0,16	–	–	–	–	–
3	0,15	0,18	0,23	0,33	–	–	–
5	–	0,21	0,27	0,38	–	–	–
7	–	0,23	0,30	0,42	–	–	–
10	–	–	0,35	0,49	0,66	–	–
15	–	–	–	0,55	0,77	0,90	–
20	–	–	–	–	0,80	1,00	1,20

Карта 20. Проверка деталей на биение в приспособлении

Содержание работ:

Установка и снятие детали вручную: 1 – взять деталь из тары, установить ее для контроля; 2 – проверить деталь на биение по индикатору и проверить длину детали шаблоном; 3 – снять деталь, положить в тару или навесить на конвейер.

Установка и снятие детали подъемником: 1 – застопорить деталь; поднять подъемником, подвести и установить для контроля, расстопорить; 2 – проверить деталь на биение по индикатору и проверить длину шаблоном; 3 – застопорить деталь, поднять подъемником, установить на рольганг или навесить на конвейер, расстопорить.

Таблица 3.32

Проверка деталей на биение в приспособлении

<i>Установка и снятие детали вручную</i>								
Масса детали, кг, до	1	2	3	5	8	12	16	20
Время на одну деталь, мин	0,120	0,154	0,180	0,210	0,25	0,292	0,322	0,350
<i>Установка и снятие детали подъемником</i>								
Масса детали, кг, до	25	40	60	100	150	200	250	300
Время на одну деталь, мин	0,55	0,64	0,73	0,86	1,00	1,10	1,19	1,26

Карта 21. Клеймение деталей

Содержание работы:

1 – взять инструмент для клеймения (партии деталей); 2 – поставить клеймо; 3 – положить инструмент на место (после клеймения партии деталей).

Таблица 3.33

Клеймение деталей

Способ простановки клейма	Инструмент для клеймения	Время на одно клеймение, мин
Ударный	Молоток	0,05
Краской	Кисточка	0,03
Химический	Штамп	0,02
Мелом	–	0,02
Электрографом на один знак	Электрограф	0,05

Карта 22. Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности

Таблица 3.34

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности

<i>Обслуживание рабочего места</i>	
Содержание работы	Время, % от оперативного времени
1	2
Раскладка и уборка контрольно-измерительных приборов, инструментов, приспособлений, технической документации и рабочего места в начале и в конце смены	2

1	2
Оформление документации по приемке и учету годных и бракованных деталей	3
Подналадка контрольно-измерительных приборов, инструментов и приспособлений	3
<i>Отдых и личные надобности</i>	
Производство	Время, % от оперативного времени
Механообрабатывающее	5
Литейное, гальваническое	7
Кузнечное	8
Прессовое и термическое	5
Другие виды производства	4

Карта 23. Контроль механических свойств металлов. Определение твердости методом Бринелля

Содержание работы:

1 – взять деталь, поднести к наждачному кругу, зачистить поверхность, отложить; 2 – взять деталь, установить ее в приспособление, проверить твердость детали, отложить; 3 – взять деталь, измерить диаметр отпечатка лупой или осмотреть визуально, отложить деталь.

Таблица 3.35

Определение твердости методом Бринелля

Масса детали, кг	Время на одну деталь, мин			
	На прием			На все приемы
	1-й	2-й	3-й	
До 1	0,07	0,1	0,04	0,21
До 3	0,09	0,12	0,06	0,27
До 5	0,11	0,15	0,10	0,36
До 10	0,16	0,21	0,18	0,55
До 20	0,28	0,33	0,25	0,86
Св. 20	0,48	0,52	0,32	1,32

Карта 24. Контроль механических свойств металлов. Определение твердости методом Роквелла

Содержание работы:

1 – взять деталь, установить ее в приспособление; 2 – проверить твердость детали приборами Роквелла; 3 – снять и отложить деталь.

Таблица 3.36

Определение твердости методом Роквелла

Масса детали, кг, до	1	3	5	10	50	Св. 200
Время на одну деталь, мин	0,17	0,19	0,21	0,25	0,32	0,41

Таблица 3.37

Время на поворот детали

Масса детали, кг	Время на поворот детали, мин
Св. 20	0,10
Св. 5 до 20	0,06
Св. 1,5 до 5	0,03
До 1,5	0,02

3.3. Стоимость универсальных и специальных средств контроля

В табл. 3.38 приведена стоимость универсальных и специальных средств контроля [25] по состоянию на начало 2018 г.

Таблица 3.38

Стоимость некоторых универсальных и специальных средств контроля

Наименование	Тип (модель)	Предел измерений, мм	Цена деления, мм	Цена за шт., р.
1	2	3	4	5
Биениемеры	Б-10М	1-10	—	785000
	ПБ-250	—	—	59000
	ПБ-500	—	—	116100
Глубиномеры индикаторные	ГИ	0-100	0,01	6670
Глубиномеры микрометрические	ГМ	0-100	0,01	3170
	ГМ	0-150	0,01	3935
Длинномеры пневматические (ротаметры)	320	20-160 мкм	0,5-10 мкм	31200
Зубомеры смещения	23600	2-10	—	23000
Индикаторы рычажно-зубчатые	ИРБ	0-0,8	0,01	3900
	ИРБ	0-0,12	0,001	9000
	ИРТ	0-0,8	0,01	6500
Индикаторы многооборотные	МИГ	0-1	0,001	14900
	МИГ	0-2	0,002	9600

1	2	3	4	5
Индикаторы цифровые (электронные)	ИЧЦ	0–10	0,001	4775
	ИЧЦ	0–12,7	0,01	2797
Индикаторы часового типа	ИЧ	0–2	0,01	1050
	ИЧ	0–5	0,01	1160
	ИЧ	0–10	0,01	870
	ИЧ	0–25	0,01	890
	ИЧ	0–50	0,01	3795
Квадранты механические с уровнем	К–1	–	–	35000
Квадранты оптические	КО–1	–	–	70000
Концевые меры длины (набор)	№ 1 кл. 0	–	–	86500
	№ 1 кл. 1	–	–	36900
	№ 1 кл. 2	–	–	29600
	№ 2 кл. 1	–	–	18240
	№ 2 кл. 2	–	–	14600
Линейки синусные	кл. 2	100×60	–	36000
	кл. 1	300×90	–	95000
	кл. 1	200×60	–	61000
Линейки измерительные, лекальные	Метал.	0–1000	–	300
	ЛТ	0–200	–	4580
	ЛД	0–200	–	1440
	ЛЧ	0–200	–	5260
Линейки поверочные	ШП кл. 1	0–400	–	13460
	ШД кл. 2	0–1600	–	63700
	ШД кл. 2	0–630	–	20020
Межцентромеры	ШЦС	20–150	0,02	10780
	ШЦС	20–500	0,02	55490
Микрометрические головки	МГ	0–25	0,01	1010
Микрометры гладкие	МК	0–25	0,01	940
	МК	25–50	0,01	990
	МК	50–75	0,01	1180
	МК	75–100	0,01	1330
	МК	125–150	0,01	2215
	МК	225–250	0,01	2930
	МК	400–500	0,01	14720
Микрометры гладкие цифровые электронные	МКЦ	0–25	0,001	4260
	МКЦ	25–50	0,001	5400
	МКЦ	50–75	0,001	6420
	МКЦ	75–100	0,001	7275
Микрометры зубомерные	МЗ	0–25	0,01	7000
	МЗ	25–50	0,01	7710
	МЗ	50–75	0,01	7890
	МЗ	75–100	0,01	8700

Продолжение табл. 3.38

1	2	3	4	5
Микрометры призматические	МПИ	5–25	0,01	31450
	МПИ	25–45	0,01	30450
	МПИ	85–105	0,01	46310
	МТИ	5–20	0,01	28790
	МТИ	50–80	0,01	48330
	МСИ	5–20	0,01	31450
	МСИ	45–65	0,01	39820
Микрометры рычажные с наружным индикатором	МР	0–25	0,001	24370
	МР	25–50	0,001	26640
	МРИ	25–50	0,01	11500
	МРИ	100–125	0,01	14430
Микрометры со вставками	МВМ	0–25	0,01	6510
	МВМ	25–50	0,01	7410
	МВМ	75–100	0,01	7880
Микроскопы универсальные	УИМ–21	0–200	0,001	755000
	УИМ–23	0–200	0,001	755000
Микроскопы инструментальные	БМИ	0–150	0,001	350000
	ИМЦ 150×506	0–150	0,001	950000
Нормалемеры	БВ–5046	50–300	0,002	75000
	БВ–5045	0–120	0,002	75000
Нутромеры индикаторные	НИ	10–18	0,01	5180
	НИ	18–50	0,01	4350
	НИ	50–100	0,01	5700
	НИ	100–160	0,01	3520
	НИ	10–18	0,002	13510
	НИ	18–50	0,002	11800
Нутромеры микрометрические	НМ	50–75	0,01	6590
	НМ	50–600	0,01	9990
	НМ	50–1300	0,01	40480
Нутромеры индикаторные электронные	НИЦ	18–50	0,01	19060
	НИЦ	50–100	0,01	17590
	НИЦ	160–250	0,01	17080
Образцы шероховатости	Точение	Ra 0,4–12,5	–	20700
	Фрезерование	Ra 0,4–12,5	–	20700
	Шлифование	Ra 0,1–3,2	–	20700
	Полирование	Ra 0,05–0,2	–	20700
Оптические делительные головки	ОДГЭ–5	0–360°	5°	440000
Плиты поверочные	Чугун.	1000×630	–	140000
	Чугун.	1600×1000	–	290600
	Гранит.	1000×630	–	93640
	Гранит.	1600×1000	–	278450

1	2	3	4	5
Проволочки и ролики	–	0,115–0,202	–	2830
	–	1,432–2,309	–	3330
	–	3,175–4,773	–	4100
Профилометры	SJ-210	–	–	25870
	SJ-210S	–	–	416250
Пружинные головки	ИПМ	±0,05	0,001	19800
	ИГПВ	±0,3	0,001	19800
	ИГПВ	±0,006	0,0002	19800
Рулетки	–	5 м×32 мм	1	1180
	–	10 м×32 мм	1	4000
Скобы индикаторные	СИ	25–50	0,01	12320
	СИ	50–100	0,01	12040
	СИ	200–300	0,01	19300
	СИ	400–500	0,01	27370
Скобы рычажные	СР	25–50	0,001	24530
	СР	75–100	0,001	29160
	СР	125–150	0,001	27508
Стенкомеры	С-2	0–2	0,01	16280
	С-10А	0–10	0,01	10220
	С-25	0–25	0,1	18660
	С-50	25–50	0,1	23540
Стойки	МС-29	–	–	3840
	15СТМ	–	–	3150
	С-II	0–160	–	38500
	С-IV М	0–250	–	12800
Толщиномеры настольные	ТН 10–60	0–10	0,01	12760
Толщиномеры индикаторные	ТР 10–60	0–10	0,01	6390
	ТР 25–60	0–25	0,1	8800
	ТР 50–160	0–50	0,1	17700
Угломеры оптические	УО-2	0–180°	5'	34680
Угломеры с нониусом	Мод. 1005 (127)	0–360°	2'	4425
	5УМ	0–180°	5'	8210
Угольники лекальные	УЛП	60×40	–	1980
	УЛП	100×60	–	2540
	УЛП	250×160	–	6610
Угольники поверочные	УП	60×40	–	400
	УП	100×60	–	490
	УП	400×250	–	3860
Уровни брусковые	–	0–200	0,05 мм/м	11660
	–	0–300	0,02 мм/м	15540
Уровни рамные	–	0–200	0,05 мм/м	14000
	–	0–300	0,02 мм/м	21170

1	2	3	4	5
Уровни с микрометрической подачей ампулы	Мод. 110	–	0,01 мм/м	170000
	Мод. 120	–	0,1 мм/м	70000
Шаблоны радиусные	№ 1, 2, 3	–	–	380
Шаблоны резьбовые	M60°	–	–	410
Штангенглубиномеры	ШГ	0–160	0,05	1362
	ШГ	0–200	0,05	1611
	ШГ	0–300	0,05	1902
	ШГ	0–400	0,05	2855
	ШГ	0–1000	0,05	23150
Штангенглубиномеры электронные	ШГЦ	0–250	0,01	2950
	ШГЦ	0–300	0,01	3030
Штангензубомеры	ШЗН	Модуль 1–18	0,05	13580
	ШЗН	Модуль 1–36	0,02	14670
	ШЗН	Модуль 15–40	0,02	17010
Штангенрейсмасы	ШР–250	0–250	0,05	5250
	ШР–300	0–300	0,05	5340
	ШР–400	40–400	0,05	5970
	ШР–630	60–630	0,05	8490
	ШР–1000	0–1000	0,05	27650
	ШР–1600	0–1600	0,02	59590
Штангенрейсмасы электронные со шкалой	ШРЦ–400	0–400	0,01	13560
Штангенциркули	ШЦ–I	0–125	0,05	950
	ШЦ–I	0–150	0,05	950
	ШЦ–II	0–250	0,05	2600
	ШЦ–II	0–300	0,05	2690
	ШЦ–III	0–160	0,05	1730
	ШЦ–III	0–500	0,1	4600
Штангенциркули электронные	ШЦЦ	0–150	0,01	2150
	ШЦЦ	0–200	0,01	3070
Штангенциркули электронные для внутренних канавок	ШЦЦС–151	20–170	0,01	7270
Штангенциркули электронные для наружных канавок	ШЦЦС–116	0–150	0,01	6660
Штангенциркули электронные с глубиномером	ШЦЦ–I	0–125	0,01	1690
Штативы	ШМ–II Н	0–250	–	8900
	Ш–II В	–	–	23800
	ШМ–III	0–160	–	7930
Щупы (набор)	№ 1, 2, 3, 4	–	–	200

В табл. 3.39 приведена стоимость калибров различных типов по состоянию на начало 2018 г.

Таблица 3.39

Стоимость калибров различных типов

Наименование	Тип (модель)	Цена за шт., р.
1	2	3
Калибры-кольца резьбовые	М 2,0×0,4 6g HE LH	2520
	М 2,0×0,4 7g PP	1940
	М 6,0×0,5 6g HE	1860
	М 6,0×0,75 6h PP	1400
	М10×1,0 6g HE	1300
	М10×1,5 6g PP LH	2300
	М12×0,75 6h PP	1860
	М16,0×1,5 6e HE	1730
	М20,0×1,5 8g PP	2080
	М24,0×1,5 6g PP	2410
	М27,0×1,5 8g HE	2600
	М30,0×1,5 6g HE	3370
	М42×4 6h HE	6590
	М64×6 6g PP	11960
Калибры-пробки гладкие	12,0 E8 PP-HE со вставками	2100
	15,0 H9 PP-HE со вставками	2380
	20,0 H9 PP-HE со вставками	2600
	25,0 Js7 PP-HE со вставками	3120
	48,0 H8 PP-HE со вставками	5780
	56,0 H9 HE с насадками	5930
	56,0 H9 PP с насадками	5930
	75,0 H8 HE с насадками	8050
	75,0 H8 PP с насадками	8050
	96,0 H10 HE с насадками	9080
	96,0 H10 PP с насадками	9080
	120,0 H7 HE неполн.	9800
	120,0 H7 PP неполн.	9800
Калибры-пробки резьбовые	М 4×0,5 6H PP-HE	2120
	М 6×0,75 6H HE односторон.	1150
	М 6×0,5 6H PP-HE двухсторон.	1620
	М 9×1,0 6H PP-HE	1980
	М 10×0,5 6H PP-HE	2060
	М 12×0,75 6G PP-HE	2060
	М 14×1,25 6H PP-HE	1740
	М 14×1,5 7G PP-HE	1740
	М 18×0,5 6H PP-HE	2500
	М 20×1,5 6G PP-HE	1830
	М 24×1,5 6H HE	1350

1	2	3
	М 30×0,75 7Н ПР	1780
	М 30×1,0 6Н ПР-НЕ	2400
	М 45×3,0 6Н НЕ	2700
	М 48×3,0 6Н ПР	3130
	М 60×3,0 6Н НЕ	3070
	М 60×4,0 6Н ПР	3230
	М 80×3 6Н ПР	3800
	М 85×2,0 6G ПР	4370
Калибры-скобы гладкие листовые	5 h9 ПР-НЕ односторон.	6370
	20 -0.052 ПР-НЕ	2680
	24 d9 ПР-НЕ односторон.	6240
	30 h9 ПР-НЕ односторон.	6470
	38 d7 ПР-НЕ	7370
	54 h9 ПР-НЕ односторон.	8760
	80 f8 ПР-НЕ односторон.	10500
	90 g7 ПР-НЕ	11850
	110.5 -0.087 скош. губ.	8790
Калибры-скобы гладкие регулируемые	0-5; 5-10; 10-15; 15-20 мм	4670
	50-58; 58-65; 65-73; 73-80 мм	5440
	160-170; 170-180; 180-190; 190-200 мм	6700
	250-265; 265-280; 280-295; 295-310 мм	7700

3.4. Затраты на амортизацию, ремонт и поверку средств контроля

Затраты на амортизацию, ремонт и поверку средств контроля необходимы для расчета экономических показателей контроля: стоимости контроля одного объекта, экономической эффективности средства контроля [3]. Затраты на некоторые средства контроля приведены в табл. 3.40.

Таблица 3.40

Затраты на амортизацию, ремонт и поверку одного средства контроля

Универсальные и специальные средства контроля	Основные размеры, мм	Затраты на амортизацию, ремонт и поверку, р./г.
1	2	3
Микрометры	15–25	55
	50–100	65
	150–200	90
	200–300	210
	300–600	185

1	2	3
Штангенциркули с ценой деления 0,1 и 0,2 мм	125	125
Штангенциркули с ценой деления 0,2 мм	200–300 500–600 800	130 135 150
Штангенглубиномеры	500–700	60–70
Угломеры универсальные	–	65
Индикаторы	–	110
Оптиметры вертикальные	–	350
Эталоны:		
• для измерения длины	10–100 50–150	30 35
• для настройки приспособлений и калибров	10–10 10–100 50–60 150–100	30 65 100 165
Шаблоны для измерения:		
• длины	40×60×30 150×90×90 300×90×90	35 50 60
• высоты	20×30×30 120×50×50 250×150×150	30 40 70
Нутромеры непроходные сферические	100×10 200×12 600×20	18 25 45
Калибры и пробки:		
• гладкие пробки	3×85×5 50×20×120	5 28
• цилиндрические	6×100×30 45×620×550	10 40
• конусные	5×90×10 60×140×40 85×170×70	15 42 55
• резьбовые	2×2 80×12	25 55
• шлицевые, эвольвентные	1×11×150 1,5×38×150 2,5×50×150 3,5×50×180 50×50×200	18 60 120 165 225
• сборочные калибры	10×20×2 20×100×4 100×300×10 200×500×10 300×700×10	20 20 40 90 125

1	2	3
• скобы	100×120×30 160×120×30	70 110
Кольца:		
• гладкие	10×30×40 40×70×40 140×190×60 250×330×70	10 41 95 150
• рифленые	50×16 100×70	42 110
• шлицевые	1×11	60
• эвольвентные	1×38 2,5×50 5×50	100 140 175
• резьбовые	100 150 200	65 85 95
Пробки:		
• вставки	23×4 50×10 56×12	22 38 48
• гладкие	6×24 50×59 75×72	5 14 18
• резьбовые	1,0–1,2 4,0–5,0	14 18

3.5. Формы документов контроля

ГОСТ 3.1502–85 устанавливает формы и правила оформления технологических документов на технологические процессы и операции технического контроля, применяемых при изготовлении или ремонте изделий и их составных частей: ведомость операций контроля, операционная карта технологического контроля, карта эскизов операций контроля.

Эти документы применяют:

- при разработке маршрутных, маршрутно-операционных и операционных технологических процессов ТК;
- для регистрации результатов технического контроля.

Общие требования к формам, бланкам и документам устанавливает ГОСТ 3.1104–81.

Ведомость операций ТК используется для операционного описания технологических операций ТК в технологической последовательности с указанием переходов,

технологических режимов и данных о технологической оснастке и нормах времени в случае наличия в технологическом процессе большого количества операций ТК, для удобства и рациональности применения данного вида документа на рабочих местах. Ведомость операций ТК должна применяться совместно с маршрутной картой или картой технологического процесса.

Операционная карта ТК предназначена для описания технологической операции ТК с указанием содержания и последовательности переходов, методов и приемов их выполнения, а также данных о средствах контроля (приспособлениях, приборах и инструментах). В ОК ТК указывают нормы времени, объем контроля и его периодичность. Операционную карту ТК разрабатывают для сложных операций контроля с большим числом переходов.

Карта эскизов представляет собой графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или контроля. На карте эскизов операций контроля указывают данные, необходимые для технологического процесса технического контроля (размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости поверхностей, технические требования и т. д.). Эскиз показывает состояние обработанных поверхностей детали, подвергаемых техническому контролю на данной операции. При этом размеры и предельные отклонения контролируемой поверхности в операционной карте не указываются, а приводится только их порядковый номер. Эскизы могут выполняться также в соответствующих зонах форм ОК ТК.

При маршрутном или маршрутно-операционном описании технологических процессов операции ТК разрабатывают на маршрутных картах (ГОСТ 3.1105–84) либо на формах карт технологических процессов, специализированных по видам работ.

На рис. 3.1–3.8 представлены формы бланков карт на технический контроль и примеры их заполнения.

		Рас-сылка		Отд., цех						Журналов поставки									
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
				Кол-во экз.								Изм.		Лист		№ докум.		Подпись	
																		Дата	
																		Лист	
<p style="text-align: center;">РГНПУ</p>																			
<p style="text-align: center;">Утверждаю:</p> <p style="text-align: center;">Заведующий кафедрой КМ</p> <p style="text-align: center;">Б. Н. Гузанов</p> <p style="text-align: center;">" ... " 20 г.</p>																			
<p style="text-align: center;">Комплект документов</p> <p style="text-align: center;">на технологический процесс</p> <p style="text-align: center;"><i>технического контроля детали</i> _____</p>																			
<p>Разработал</p> <p>_____</p>				<p>Руководитель</p> <p>_____</p>				<p>Нормоконтролер</p> <p>_____</p>				<p>Актуальность _____</p>							
<p>Актуальность _____</p>																			
ТЛ																			

Рис. 3.1. Титульный лист комплекта документов на технологический процесс ТК

[illegible]

Рис. 3.2. Маршрутная карта ТК

Ведомость операций технического контроля										Изделие		Наименование детали		№ чертежа		
M01													МД			
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования															
P	Контролируемые параметры				Код средств ТО	Наименование средств ТО				Объем и ПК		То/Тв				
A 02																
B 03																
P 04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
											Нормировщик	Технолог	Нач.техбюро	Лист		
Изм. лит.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	Изм. лит.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата					Листов		

Рис. 3.3. Ведомость операций ТК (первый лист)

[illegible]

Операционная карта технического контроля				Изделие		Наименование детали		№ чертежа		
Наименование операции				Наименование, марка материала						
Наименование оборудования				То	Тв	Обозначение ИОТ				
№ пере- хода	Контролируемые параметры		Код средств ТО		Наименование средств ТО		Объем и ПК		То/Тв	
						Нормировщик		Технолог	Нач.техбюро	Лист
										Листов
Изм. лит.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	Изм. лит.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	

Рис. 3.5. Операционная карта ТК (первый лист)

[illegible]

Операционная карта технического контроля		Изделие		Наименование детали		№ чертежа
Наименование операции				Наименование, марка материала		
Контрольная				30ХГТ		
Наименование оборудования		То	Тв	Обозначение ИОТ		
Стол контрольный		-	3,84	№ 14 - 315		
№ пере- хода	Контролируемые параметры	Код средств ТО		Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тв
01	1. 18 ^{-0,05 -0,10}	9503-187		Скоба 18 ^{-0,05 -0,10}	100	
02	2. Ø112 ^{-0,040 -0,075}			Микрометр МК-125-1 ГОСТ 6507-90	25	
03	3. Ø120 ^{-0,12 -0,35}	8113-0207 х4		Скоба Ø120х4(^{-0,12 -0,35}) ГОСТ 18360-93	100	
04	4. Ø110 ^{-0,022}	8113-0204 п6		Скоба Ø110 п6(^{-0,022}) ГОСТ 18360-93	100	
05	5. М110х2-8g	8212-0262 8g		Кольцо ПР М110х2-8g ГОСТ 17765-72	100	
06				Кольцо НЕ М110х2-8g ГОСТ 17765-72	100	
07	6. Радиальное биение	9565-008		Центра	100	
08	не более 0,05 мм			Плита 2-2-1600х1000 ГОСТ 10905-86		
09				Штатив Ш-ПН-8 ГОСТ 10197-70		
10				Индикатор ИЧ-02 кл. 1 ГОСТ 577-68		
11	7. Шерох. обраб. поверхн.,			Образцы шерох. поверхн. ГОСТ 9378-93	100	
12	отсутствие заусенцев и					
13	острых кромок					
14	8. Клеймить	5385-900		Клеймо БТК операционное	100	
15		7850-0101		Молоток		
				Нормировщик	Технолог	Нач.техбюро
Изм. лит.	Кол.	№ док.	Подпись	Дата		Листов 1
		Изм. лит.				
		№ док.				

Рис. 3.8. Пример оформления операционной карты ТК

Список литературы

1. *Балонкина И. И.* Точность и производственный контроль в машиностроении: справочник / И. И. Балонкина, А. К. Кутай, Б. М. Сорочкин. Ленинград: Машиностроение, 1983. 368 с.
2. *Белкин И. М.* Средства линейно-угловых измерений: справочник / И. М. Белкин. Москва: Машиностроение, 1987. 368 с.
3. *Бесфамильная Л. В.* Экономическая эффективность средств измерений при контроле качества продукции / Л. В. Бесфамильная. Москва: Изд-во стандартов, 1986. 192 с.
4. *Бирюков Г. С.* Измерение геометрических величин и их метрологическое обеспечение / Г. С. Бирюков, А. Л. Серко. Москва: Изд-во стандартов, 1987. 368 с.
5. *Васильев А. С.* Основы метрологии и технические измерения: учебник / А. С. Васильев. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Машиностроение, 1988. 240 с.
6. *Ганевский Г. М.* Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: учебник / Г. М. Ганевский, И. И. Гольдин. Москва: Академия, 2002. 288 с.
7. *Дунаев И. М.* Организация проектирования системы технического контроля / И. М. Дунаев, Т. П. Скворцов, В. Н. Чупырин. Москва: Машиностроение, 1981. 191 с.
8. *Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих.* Москва: Книга сервис, 2006. Вып. 2, ч. 2. 320 с.
9. *Иванов А. Г.* Измерительные приборы в машиностроении: учебное пособие для вузов / А. Г. Иванов. Москва: Изд-во стандартов, 1982. 495 с.
10. *Контроль качества продукции в машиностроении* / под ред. А. Э. Артеса. Москва: Изд-во стандартов, 1974. 446 с.
11. *Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник* / С. А. Зайцев [и др.]. Москва: Академия, 2003. 464 с.
12. *Кострицкий В. Г.* Контрольно-измерительные инструменты и приборы в машиностроении: справочник / В. Г. Кострицкий, А. И. Кузьмин. Киев: Техника, 1986. 135 с.
13. *Красильников А. Я.* Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / А. Я. Красильников, А. М. Антимонов; ГОУ ВПО УГТУ–УПИ. Екатеринбург, 2003. 205 с.
14. *Марков Н. Н.* Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов / Н. Н. Марков, Г. М. Ганевский. Москва: Машиностроение, 1981. 367 с.
15. *Маханько А. М.* Контроль станочных и слесарных работ: учебник для профессиональных учебных заведений / А. М. Маханько. Москва: Высшая школа: Академия, 2007. 286 с.
16. *Никифоров А. Д.* Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. Д. Никифоров. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 2007. 510 с.

17. *Общемашиностроительные* типовые нормы, нормативы численности и нормативы времени обслуживания для вспомогательных рабочих цехов основного и вспомогательного производства. Москва: ЦБНТ, 1981. 271 с.
18. *Ознобишин Н. С.* Технический контроль в механических цехах / Н. С. Ознобишин, А. М. Лурье. Москва: Высшая школа, 1979. 224 с.
19. *Палей М. А.* Допуски и посадки: справочник: в 2 частях / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Политехника, 1991. Ч. 1. 576 с.; Ч. 2. 607 с.
20. *Серебренецкий П. П.* Краткий справочник станочника / П. П. Серебренецкий, А. Г. Схиртладзе. Москва: Дрофа, 2008. 655 с.
21. *Сертификация*, метрология и управление качеством: словарь / под общ. ред. Б. Н. Гузанова. 2-е изд., доп. и перераб. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2008. 246 с.
22. *Справочник* контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения / А. Н. Виноградов [и др.]; под ред. А. И. Якушева. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Машиностроение, 1980. 527 с.
23. *Справочник* контрольного мастера / под ред. А. К. Кутая. Ленинград: Лен-издат, 1980. 304 с.
24. *Справочник* по производственному контролю в машиностроении / под ред. А. К. Кутая. Ленинград: Машиностроение, 1974. 975 с.
25. *Средства* измерения, контроля и управления: каталог / сост. В. Н. Ярмашевская; ОАО ВНИИТЭМР. Москва: Каталог, 2004. 128 с.
26. *Схиртладзе А. Г.* Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, Е. В. Бондаренко. Москва: Высшая школа, 2007. 927 с.
27. *Технические* измерения в машиностроении: учебное пособие / Б. С. Покровский [и др.]. Москва: Академия, 2007. 80 с.
28. *Технический* контроль в машиностроении: справочник проектировщика / под общ. ред. В. Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. Москва: Машиностроение, 1987. 512 с.
29. *Технология* технического контроля в машиностроении: справочное пособие / под общ. ред. В. Н. Чупырина. Москва: Изд-во стандартов, 1990. 400 с.

Перечень используемых нормативных документов

Документ	Наименование
1	2
ГОСТ 10–88	Нутромеры микрометрические. Технические условия
ГОСТ 10197–70	Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия
ГОСТ 10387–81	Приборы для измерения цилиндрических мелко модульных зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности
ГОСТ 10388–81	Микрометры настольные со стрелочным отсчетным устройством. Технические условия
ГОСТ 10905–86	Плиты поверочные и разметочные. Технические условия
ГОСТ 11098–75	Скобы с отсчетным устройством. Технические условия
ГОСТ 11196–74	Уровни с микрометрической подачей ампулы. Технические условия
ГОСТ 11197–73	Угломер оптический
ГОСТ 11198–75	Длиномеры пневматические низкого давления. Основные параметры. Технические требования
ГОСТ 11358–89	Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия
ГОСТ 1139–80	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски
ГОСТ 14751–69	Ручки-накладки для гладких неполных пробок. Конструкция и размеры
ГОСТ 14807–69	Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставками диаметром от 1 до 6 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14808–69	Калибры-пробки гладкие проходные со вставками диаметром от 1 до 6 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14809–69	Калибры-пробки гладкие непроходные со вставками диаметром от 1 до 6 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14810–69	Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14811–69	Калибры-пробки гладкие двусторонние с неполными непроходными вставками диаметром свыше 6 до 50 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14812–69	Калибры-пробки гладкие проходные со вставками диаметром свыше 50 до 75 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14813–69	Калибры-пробки гладкие непроходные со вставками диаметром свыше 50 до 75 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14814–69	Калибры-пробки гладкие непроходные с неполными вставками диаметром свыше 50 до 75 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14815–69	Калибры-пробки гладкие проходные с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14816–69	Калибры-пробки гладкие непроходные с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры

1	2
ГОСТ 14817–69	Калибры-пробки гладкие штампованные проходные с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14818–69	Калибры-пробки гладкие штампованные непроходные с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14819–69	Калибры-пробки гладкие непроходные с неполными насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14820–69	Калибры-пробки гладкие проходные неполные штампованные диаметром свыше 100 до 160 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14821–69	Калибры-пробки гладкие непроходные неполные штампованные диаметром свыше 75 до 160 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14822–69	Калибры-пробки гладкие проходные неполные диаметром свыше 100 до 300 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14823–69	Калибры-пробки гладкие непроходные неполные диаметром свыше 75 до 300 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14824–69	Калибры-пробки гладкие проходные неполные с накладками диаметром свыше 160 до 360 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14825–69	Калибры-пробки гладкие непроходные неполные с накладками диаметром свыше 160 до 360 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14826–69	Калибры-пробки гладкие односторонние листовые диаметром свыше 50 до 250 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 14827–69	Калибры-нутромеры сферические непроходные диаметром свыше 100 до 360 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 15467–79	Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения
ГОСТ 16093–2004	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором
ГОСТ 162–90	Штангенглубиномеры. Технические условия
ГОСТ 164–90	Штангенрейсмасы. Технические условия
ГОСТ 16493–70	Качество продукции. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Случай недопустимости дефектных изделий в выборке
ГОСТ 16504–81	Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения
ГОСТ 166–89	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 16775–93	Калибры-скобы гладкие, оснащенные твердым сплавом, для диаметров от 3 до 180 мм. Размеры
ГОСТ 16778–93	Калибры-пробки гладкие, оснащенные твердым сплавом, для диаметров от 1 до 6 мм. Размеры
ГОСТ 16780–71	Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставкой ПР, оснащенной твердым сплавом, диаметром от 6,3 до 50 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 16924–71	Головки измерительные рычажно-зубчатые бокового действия с ценой деления 0,002 мм
ГОСТ 17353–89	Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие технические требования

1	2
ГОСТ 17756–72	Пробки резьбовые со вставками с полным профилем резьбы диаметром от 1 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17757–72	Пробки резьбовые со вставками с укороченным профилем резьбы диаметром от 1 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17758–72	Пробки резьбовые со вставками двусторонние диаметром от 2 до 50 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17759–72	Пробки резьбовые с полным профилем резьбы диаметром от 52 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17760–72	Пробки резьбовые с укороченным профилем резьбы диаметром от 52 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17761–72	Пробки резьбовые с полным профилем резьбы диаметром от 105 до 300 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17762–72	Пробки резьбовые с укороченным профилем резьбы диаметром от 105 до 300 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17763–72	Кольца резьбовые с полным профилем резьбы диаметром от 1 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17764–72	Кольца резьбовые с укороченным профилем резьбы диаметром от 2 до 100 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17765–72	Кольца резьбовые с полным профилем резьбы диаметром от 105 до 300 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17766–72	Кольца резьбовые с укороченным профилем резьбы диаметром от 105 до 300 мм. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 17767–72	Ручки ввертные для калибров-пробок и колец. Конструкция и основные размеры
ГОСТ 18353–79	Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов
ГОСТ 18358–93	Калибры-скобы составные для диаметров от 1 до 6 мм. Размеры
ГОСТ 18360–93	Калибры-скобы листовые для диаметров от 3 до 260 мм. Размеры
ГОСТ 18365–93	Калибры-скобы листовые со сменными губками для диаметров свыше 100 до 360 мм. Размеры
ГОСТ 18367–93	Калибры-скобы штампованные для диаметров свыше 10 до 180 мм. Размеры
ГОСТ 18369–73	Ручки-накладки для калибров-скоб. Конструкция и размеры
ГОСТ 18833–73	Головки измерительные рычажно-зубчатые. Технические условия
ГОСТ 19300–86	Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры
ГОСТ 19795–82	Проекторы измерительные. Технические условия
ГОСТ 2015–84	Калибры гладкие нерегулируемые. Технические требования
ГОСТ 2016–86	Калибры резьбовые. Технические условия
ГОСТ 20911–89	Техническая диагностика. Термины и определения
ГОСТ 21401–75	Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Исполнительные размеры
ГОСТ 23360–78	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки

1	2
ГОСТ 24068–80	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки
ГОСТ 24071–97	Основные нормы взаимозаменяемости. Сегментные шпонки и шпоночные пазы
ГОСТ 24109–80	Калибры для шпоночных соединений. Допуски
ГОСТ 24110–80	Калибры-пробки шпоночные диаметром от 9 до 18 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24111–80	Калибры-пробки шпоночные диаметром свыше 18 до 56 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24112–80	Калибры-пробки шпоночные диаметром свыше 56 до 125 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24113–80	Калибры-призмы шпоночные для валов диаметром свыше 8 до 22 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24114–80	Калибры-призмы шпоночные для валов диаметром свыше 22 до 200 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24115–80	Калибры-глубиномеры шпоночные для отверстий диаметром от 3 до 10 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24116–80	Калибры-глубиномеры шпоночные для отверстий диаметром свыше 10 до 90 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24117–80	Калибры-глубиномеры шпоночные для отверстий диаметром свыше 90 до 200 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24118–80	Калибры-глубиномеры шпоночные для валов диаметром от 6 до 200 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24119–80	Калибры-глубиномеры для сегментных шпоночных пазов. Конструкция и размеры
ГОСТ 24120–80	Калибры пазовые шпоночные для размеров от 1 до 3 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24121–80	Калибры пазовые для размеров свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры
ГОСТ 24297–84	Входной контроль продукции. Основные положения
ГОСТ 24660–81	Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку на основе экономических показателей
ГОСТ 24705–2004	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
ГОСТ 2475–88	Проволочки и ролики. Технические условия
ГОСТ 24851–81	Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. Виды
ГОСТ 24852–81	Калибры гладкие для размеров свыше 500 до 3150 мм. Допуски
ГОСТ 24853–81	Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски
ГОСТ 24959–81	Калибры для шлицевых соединений. Технические условия
ГОСТ 24960–81	Калибры комплексные для контроля шлицевых прямобоочных соединений. Виды, основные размеры
ГОСТ 24969–81	Калибры для контроля шлицевых эвольвентных соединений с углом профиля 30°. Допуски

1	2
ГОСТ 24997–2004	Калибры для метрической резьбы. Допуски
ГОСТ 28798–90	Головки измерительные пружинные. Общие технические условия
ГОСТ 3.1502–85	ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль
ГОСТ 3749–77	Угольники поверочные 90°. Технические условия
ГОСТ 4.446–86	СПКП. Средства измерения и контроля линейных и угловых размеров в машиностроении. Номенклатура показателей
ГОСТ 4046–80	Линейки синусные. Технические условия
ГОСТ 4380–93	Микрометры со вставками. Технические условия
ГОСТ 4381–87	Микрометры рычажные. Общие технические условия
ГОСТ 5368–81	Приборы для измерения цилиндрических зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности
ГОСТ 5378–88	Угломеры с нониусом. Технические условия
ГОСТ 5584–75	Индикаторы рычажно-зубчатые с ценой деления 0,01 мм. Технические условия
ГОСТ 577–68	Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия
ГОСТ 6033–80	Соединения зубчатые (шлицевые) эвольвентные
ГОСТ 6507–90	Микрометры. Технические условия
ГОСТ 6528–53	Калибры для шлицевых валов и отверстий с эвольвентным профилем. Допуски
ГОСТ 7470–92	Глубиномеры микрометрические. Технические условия
ГОСТ 7661–67	Глубиномеры индикаторные. Технические условия
ГОСТ 7951–80	Калибры для контроля шлицевых прямобоочных соединений. Допуски
ГОСТ 8.050–73	ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений
ГОСТ 8.051–81	ГСИ. Погрешности, допустимые при измерении линейных размеров до 500 мм
ГОСТ 8026–92	Линейки поверочные. Технические условия
ГОСТ 8074–82	Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования
ГОСТ 868–82	Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия
ГОСТ 9244–75	Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Основные параметры. Технические требования
ГОСТ 9392–89	Уровни рамные и брусковые. Технические условия
ГОСТ 9696–82	Индикаторы многооборотные с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические условия
ГОСТ 9847–79	Приборы оптические для измерения параметров шероховатости поверхности. Типы и основные параметры
Р 50–54–4–87	ЕСТПП. Виды технического контроля
Р 50–609–40–01	Рекомендации. Технологическое проектирование технического контроля